Gino Del Monaco

schemi elettrici

II EDIZIONE

FUNZIONALI

Editoriale Delfino - Milano

GINO DEL MONACO

SCHEMI ELETTRICI FUNZIONALI

EDITORIALE DELFINO - MILANO

CAPITOLO I.

GENERALITÀ

Con l'estendersi delle applicazioni della elettricità e perfezionandosi continuamente l'« intelligenza » delle macchine e degli impianti, giunta oggi ad un sorprendente grado di perfezione, i metodi tradizionali di rappresentazione dei circuiti divenuti sempre più complessi, si sono dimostrati del tutto inadeguati a far fronte alle nuove esigenze. Si deve ai tecnici americani l'adozione di una particolare forma di rappresentazione dei circuiti che prescindendo dalla consistenza dei vari complessi e dalla posizione reciproca dei loro elementi, li considera da un punto di vista esclusivamente riguardante la loro **funzione** nel circuito.

Schemi elettrici redatti in questa particolare forma di rappresentazione dei circuiti prendono il nome di **schemi funzionali.**

La tendenza moderna di *fare meglio, più presto e con minor fatica,* trova nello schema funzionale un valido ed importante aiuto quando si devono affrontare, sia per il loro studio che per la realizzazione e la ricerca di guasti, problemi riguardanti circuiti elettrici più o meno complessi. Questi schemi sono però ancora complessivamente poco noti mentre potrebbero essere di grandissima utilità ad una folta schiera di tecnici i quali o non li conoscono affatto, o li esaminano con estrema diffidenza ed in certi casi, con buona dose di prevenzione. Dobbiamo anche rilevare come lo schema funzionale non abbia ancora nelle scuole elettrotecniche di ogni grado quel rilievo che merita specialmente considerandolo da un punto di vista pratico di preparazione a carattere industriale di cui tanto si sente il bisogno.

E' necessario che sia avvertita l'importanza di insegnare nelle scuole suddette la compilazione e l'uso dello schema funzionale in modo che le nuove leve di tecnici siano più agguerrite per affrontare le difficoltà che devono superare appena entrano nell'industria e che si moltiplicano per ineluttabile necessità.

L'estensione dell'insegnamento è anche necessaria in relazione al fatto che

lo schema funzionale ha ricevuto sanzione ufficiale da parte del Comitato Elettrotecnico Italiano il quale, nel fascicolo N° 89 (1), ha stabilito le fondamentali norme di compilazione ed i necessari codici numerico e letterale per le sigle distintive degli apparecchi.

Riteniamo però doveroso porre in evidenza che lo schema funzionale non è destinato a sostituire integralmente i metodi tradizionali di rappresentazione degli schemi elettrici; esso ha una sua particolare utilizzazione e si inserisce tra gli altri metodi quale utile strumento di lavoro in grado di far fronte a determinate necessità di sintesi indispensabili alla moderna tecnica degli impianti elettrici.

Questo volume si propone di chiarire la ragioni che consigliano l'impiego dello schema funzionale, di indicare il metodo da seguire per la sua compilazione ed illustrarne l'uso pratico nell'ambito della realizzazione dei circuiti, del loro controllo e della ricerca dei guasti.

Precisiamo che saranno considerati, perchè di uso più generale, gli schemi relativi a circuiti annessi ad impianti di energia, cioè per quelli così detti: *a correnti forti*. Gli schemi per le correnti deboli (telefoniche, elettroniche, ecc.) sono normalmente tracciati in forma convenzionale simile a quella funzionale, con particolari accorgimenti indispensabili data la speciale natura di quei circuiti.

Inoltre si tenga presente che ai segni grafici sono stati generalmente attribuite sigle distintive scelte nei Codici numerico e letterale del CEI.

Mentre si raccomanda di fare il possibile per impiegare le sigle dei Codici, occorre tuttavia rilevare come, nell'insegnamento e in molti casi pratici, sia conveniente attribuire sigle intuitive in modo da rendere più agevole la compilazione e la lettura degli schemi.

Da un punto di vista pratico è preferibile la conoscenza e l'impiego dello schema funzionale senza la perfezione di alcuni dettagli piuttosto che, per essere compiutamente osservanti, lo si ritenga utile solamente ad una ristretta schiera di tecnici specializzati.

Il lettore tenga inoltre presente che lo schema funzionale è impiegato nelle varie nazioni con segni grafici e dettagli per ciascuna normalizzati.

Mentre si sta facendo il possibile per giungere ad una auspicata unificazione internazionale, si deve rilevare che a prima vista l'aspetto di schemi tracciati per esempio negli Stati Uniti, in Germania o in Italia differisce anche sensibilmente. Chi però ha conoscenza delle regole sulle quali si basa lo schema funzionale del proprio Paese avrà soltanto qualche iniziale incertezza nell'interpretazione di uno schema « straniero », ma potrà servirsene rapidamente con i medesimi brillanti, risultati abituali.

---

(1) Norme per gli schemi per impianti di energia - Fascicolo 89, Ediz. 1955.

CAPITOLO II.

PRINCIPALI PREGI DELLO SCHEMA FUNZIONALE

I molti vantaggi offerti dall'uso abituale dello schema funzionale sono tali da convincere prontamente circa la convenienza di usarlo largamente. Basterà a questo scopo accennare ai principali.

Notevole semplicità di esecuzione grafica. Non occorre, come nei multifilari, tracciare e modificare le linee di collegamento per diminuire gli incroci e rendere i circuiti di più facile lettura *perchè lo schema si sviluppa in due o più linee orizzontali e in una serie di equidistanti linee verticali.*

Praticamente assenza di incroci. *In genere ogni circuito è sviluppato in una sola linea verticale* e di regola non rende quindi necessari gli incroci col risultato di maggior rapidità di esecuzione e di lettura. In ogni caso, la evidenza degli incroci riduce grandemente le possibilità di errore.

Chiarezza di ogni singolo circuito. Come precisato, *solitamente in una sola linea verticale è contenuto un intero circuito* con tutti gli organi operatori ed utilizzatori inseriti secondo la loro precisa funzione ed in ordinata successione.

Evidenza di ogni situazione di incompatibilita. E' ben nota l'insidia di eventuali alimentazioni di ritorno, di inesattezze funzionali in relazione a particolari situazioni intermedie degli organi di manovra.

Data la semplicità dell'elemento *grafico* propria degli schemi funzionali e l'armonia della disposizione dei vari segni, *le situazioni sopraccennate, sono più prontamente individuabili* e lo schema stesso si presta per rimuoverne facilmente le cause attuando accorgimenti atti ad evitare gli inconvenienti lamentati.

Valido aiuto per il controllo in opera dei circuiti e per la ricerca dei guasti. Nella parte eminentemente pratica del controllo in opera dei circuiti e della ricerca dei guasti, *lo schema funzionale consentirà di compiere il lavoro con maggior calma, precisione e con minor fatica.*

Ciò in relazione alla suddivisione dei circuiti in ciascuno dei quali gli organi compaiono legati dalla *funzione* ad essi affidata che può in conseguenza essere agevolmente controllata.

Minori difficoltà nello studio delle varianti. Perchè basta operare sui circuiti interessati i quali, come ormai più volte precisato, sono indicati in modo estremamente sintetico, completi dal punto di vista funzionale ed eventualmente con particolari accorgimenti grafici, anche dal punto di vista della realizzazione pratica.

* * *

Gli esempi che il lettore troverà nelle pagine seguenti potranno dare soltanto una indicazione di conferma a quanto sopra esposto; la misura della grande utilità dello schema funzionale è possibile averla solamente nell'ambito del suo effettivo impiego pratico.

E' bene però precisare che lo schema funzionale è solamente un mezzo per raggiungere più facilmente un determinato scopo. Ciò che si riferisce al contenuto concettuale relativo ai circuiti elettrici che esso rappresenta, dipende ovviamente dall'abilità e dalla esperienza del tecnico compilatore e, per la parte grafica, alla precisione esecutiva del disegnatore.

Nello studio dei circuiti la prontezza di esecuzione, la razionale successione degli elementi operatori, ecc., sono tutti dipendenti dalla capacità e genialità del tecnico il quale deve conoscere a fondo il problema da risolvere e i mezzi che lo consentono. Lo schema funzionale, nei diversi aspetti della sua utilizzazione, lo aiuterà validamente rendendogli meno ardua la fatica per ottenere un risultato praticamente perfetto.

CAPITOLO III.

CONVENZIONI PRINCIPALI

Come tutti coloro che desiderano scrivere rapidamente debbono imparare la stenografia ed esercitarsi, così chi desidera servirsi di quella vera e propria stenografia dello schema elettrico che è la rappresentazione funzionale, deve assoggettarsi ad imparare alcune convenzioni ed abituarsi ad usare la rappresentazione funzionale in modo da acquistare assoluta padronanza sia nella compilazione che nella lettura degli schemi. La lieve fatica troverà comunque largo compenso in quella che sarà risparmiata in seguito quando sarà possibile servirsi con sicurezza del nuovo mezzo di lavoro.

Per la compilazione degli schemi funzionali relativi a circuiti connessi con impianti di energia, si devono usare i segni grafici normalizzati del CEI raccolti nel fascicolo N° 86 (1); servono in modo particolare quelli relativi ai contatti « ausiliari » che sono riprodotti nelle figure 25 ÷ 34 (pag. 47 ÷ 48) e commentati nel cap. VII.

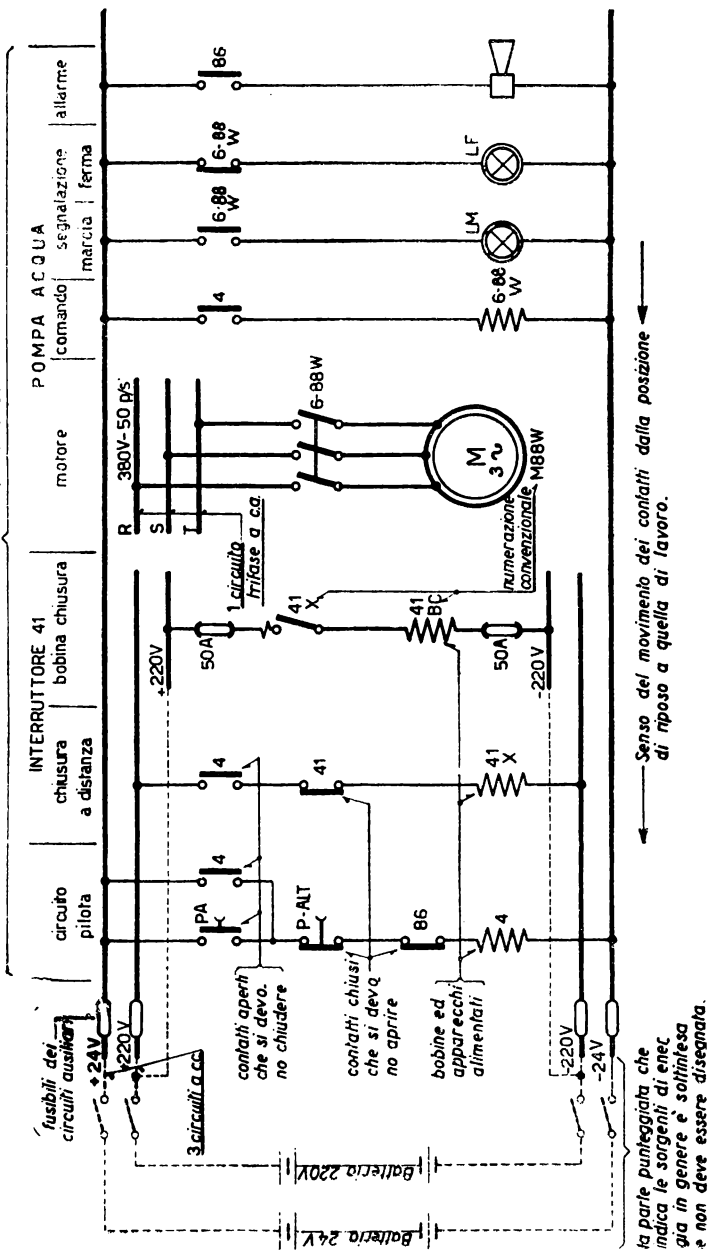
Le principali convenzioni sono indicate nella fig. 1 (pag. 8), e si possono sintetizzare nei seguenti otto punti:

1) *Le linee orizzontali in alto ed in basso rappresentano le alimentazioni comuni dei vari circuiti* e possono anche essere numerose (tante righe quanti sono i conduttori dei sistemi di alimentazione che devono comparire nello schema).

2) *Le righe verticali, di regola, rappresentano ciascuna un circuito completo* nel quale sono indicati tutti gli apparecchi (contatti, pulsanti, bobine, lampadine, ecc.) che fanno parte del circuito.

Pertanto nello schema funzionale ogni apparecchio risulta scomposto nelle varie sue parti che compaiono singolarmente là dove devono essere presenti

---

(1) Segni grafici per impianti di energia. Fasc. 86. Ed. 1955 del CEI. Per più completi chiarimenti in merito vedasi il volume di G. Del Monaco: *Convenzioni per impianti di energia*. Editoriale Delfino - Milano.

Esempio di schema funzionale e riepilogo delle convenzioni principali.

Schema puramente indicativo, senza riguardo alla completezza del circuito elettrico.

P-A - Pulsante di avviamento
P-ALT - Pulsante di arresto
86 - Relè di blocco.
6-88W - Contattore della pompa 88W.
M-88W - Motore della pompa 88W.

4 - Relè principale di avviamento
41 - Interruttore di eccitazione.
41-X - Relè ausiliario dell'interruttore 41.
41-BC - Bobina di chiusura dell'interruttore 41
LM-LF - Lampadine di segnalazione.

secondo la loro « funzione » con assoluta indipendenza dalla posizione reciproca nell'apparecchio stesso e nell'impianto di cui fanno parte. (Vedere esempio di scomposizione nella fig. 2).

3) *Il segno grafico dei contatti ne precisa la natura* (se contatto di pulsanti relè, fine corsa, ecc.) e ciascun segno è completato da una sigla convenzionale scelta opportunamente nei Codici numerico e letterale del CEI o altrimenti specificata nella quale ad ogni numero o lettera corrisponde una funzione o precisazione ben definita.

4) *Gli organi appartenenti ad un medesimo apparecchio hanno la stessa sigla caratteristica* in modo da far capire che il loro funzionamento avviene simultaneamente. (Vedere in merito la già citata fig. 2).

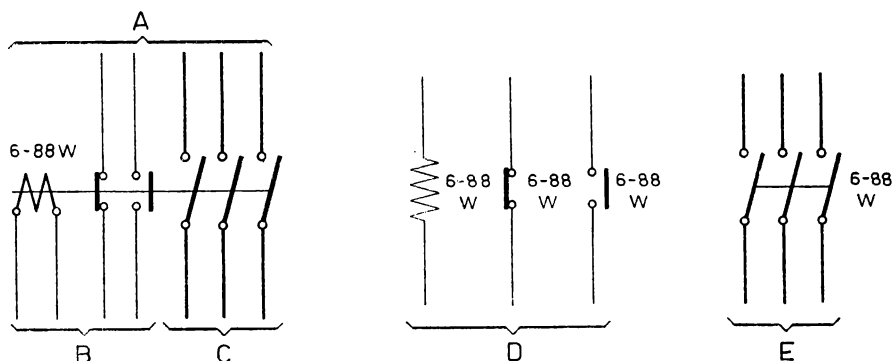



Fig. 2 - Esempio di scomposizione di un apparecchio.

A) Schema multifilare di un teleruttore tripolare in aria con due contatti ausiliari denominato 6-88W in base ai Codici e in relazione alla sua funzione.

B) Bobina e contatti ausiliari che compariranno nello schema funzionale in modo indipendente come in « *D* », caratterizzati però dalla medesima sigla 6-88W dell'apparecchio per definire che le loro azioni sono simultanee.

C) Contatti di potenza che solitamente non compaiono nello schema funzionale. Quando sia necessario rappresentarli si rappresentano come in « E ».

Nota – Le sigle possono essere scritte sia in senso orizzontale che in senso verticale. In genere è preferibile in uno stesso schema mantenere se è possibile per uniformità il medesimo orientamento.

5) *Tutti gli elementi aventi una stessa sigla cambiano di posizione contemporaneamente* come nella fig. 3 (pag. 10), salvo, naturalmente, i contatti a tempo per i quali viene precisato il ritardo all'apertura o alla chiusura.

6) *I contatti si muovono sempre da destra a sinistra* e quindi un contatto chiuso che si deve aprire sarà segnato a sinistra e a contatto della riga verticale di circuito, mentre uno aperto che si deve chiudere sarà segnato a destra e staccato dalla riga verticale.

7) *La rappresentazione successiva dei circuiti deve essere fatta*, per quanto possibile, *seguendo la successione logica dell'ordine delle manovre; l'indicazione della posizione dei vari organi deve essere fatta nelle condizioni di mancanza della tensione di alimentazione* (interruttori aperti) salvo eventuali, rare, indispensabili eccezioni che devono in ogni caso essere chiaramente richiamate con nota.

8) *Lo schema funzionale non comprende abitualmente i circuiti di potenza e di misura.* Le Norme CEI a questo proposito precisano (Art. 2-5-04, Fascicolo N. 89) che:

« Quando si parla di schema funzionale (sottinteso completo) di « un impianto, si intende quindi alludere ad uno schema in cui figurano « i circuiti di comando in forma funzionale ed i circuiti di potenza in « forma ordinaria ».

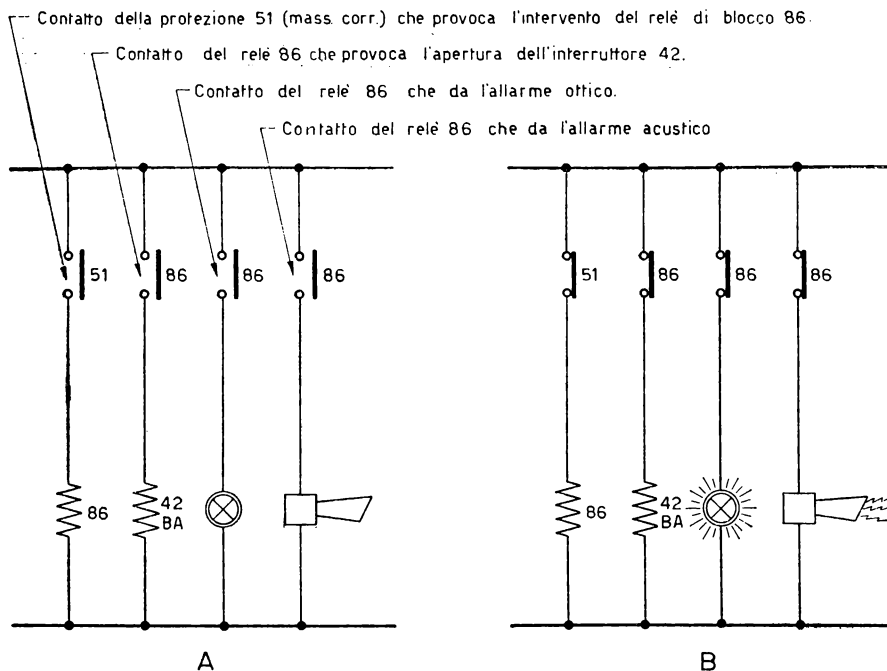



Fig. 3 - Cosa si intende per movimento contemporaneo dei contatti.

In « *B* » la chiusura del contatto « 51 » ha provocato l'eccitazione della bobina del relè 86 e quindi i contatti dello stesso relè sono passati dalla posizione di « aperto » a quella di « chiuso ».

Nota – La rappresentazione « B », a titolo di esempio, è disegnata *fuori convenzione* (perchè a relè eccitato).

Alcuni esempi chiariranno meglio di molte altre parole i concetti fin qui esposti ed in essi il lettore potrà anche trovare evidente conferma dei meriti attribuiti nel Cap. II allo schema funzionale. Vedasi in proposito il Cap. IV a pag. 15.

« Lavoro » e « riposo » - « concordanza » e « discordanza ».

E' necessario precisare anche il concetto di **lavoro** e **riposo** e di **concordanza** e **discordanza** che sono vocaboli a volte usati dai Tecnici che si occupano degli schemi che stiamo trattando. Essi non fanno parte delle con-

venzioni codificate, ma sono di uso comune per intendersi prontamente e senza equivoci.

Esaminando lo schema della fig. 4-A è facile rilevare che il motore non è alimentato perchè il teleruttore (elemento principale) è aperto in quanto la sua bobina è diseccitata. In questo caso si dice che il teleruttore è **a riposo** perchè la bobina ed i contatti principali che costituiscono la parte essenziale dell'apparecchio, **non sono percorsi da corrente e quindi non lavorano.**

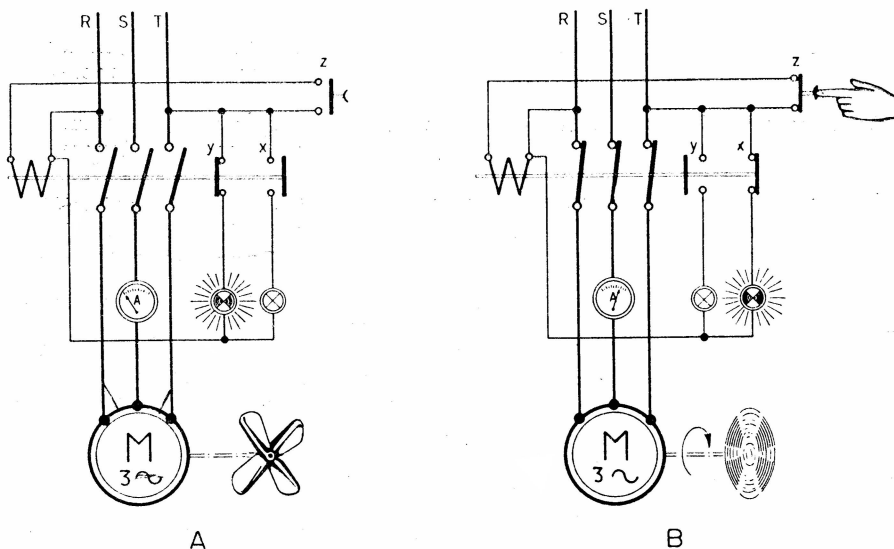



Fig. 4 - Esempio illustrativo del concetto di « Lavoro » e « Riposo »; « Concordanza » e « Discordanza ».

Sono « *di lavoro* » cioè « concordanti » il pulsante *Z* e il contatto *X*. E' « *di riposo* », cioè « discordante », il contatto ausiliario Y.

Considerando invece i due contatti ausiliari del teleruttore si può rilevare che uno (*Y*) è chiuso e percorso dalla corrente della lampadina di segnalazione mentre l'altro (*X*) è aperto come i contatti principali. E chiaro che il primo dei contatti ausiliari (*Y*) è in posizione **discorde** rispetto all'elemento principale (« lavora » mentre il teleruttore « riposa »), mentre il secondo (*X*) è invece in posizione **concorde** sempre con riferimento all'elemento principale.

Premendo il pulsante (*Z*) fig. 4-B, la bobina del teleruttore si eccita e chiude i contatti principali che consentono il passaggio della corrente necessaria per l'azionamento del motore. In questo caso **lavorano**: bobina, contatti principali e il contatto ausiliare **concordante** (*X*), mentre l'altro contatto ausiliario (*Y*) **discordante** si è aperto e non lavora.

Lo stesso pulsante di azionamento (*Z*) è un elemento con funzionamento concordante.

Riepilogando in una tabellina le considerazioni di cui sopra, si può concludere come segue:

Elemento con funzionamento collegato agli organi principali	Funzionamento in relazione agli organi principali	Gli elementi sono quindi qualificati	Infatti gli elementi collegati, quando quelli principali sono:	
			a riposo (cioè non percorsi da corrente)	in lavoro (cioè sono percorsi da corrente)
Pulsante ... (*Z*)	concordante	di lavoro	è aperto (a riposo)	è chiuso (lavora)
Contatto aus. (*X*)	concordante	di lavoro	è aperto (a riposo)	è chiuso (lavora)
Contatto aus. (*Y*)	discordante	di riposo	è chiuso (lavora)	è aperto (riposa)

I concetti di cui ci stiamo occupando diventano di più difficile definizione allorchè ci si trovi di fronte ad elementi non elettrici e quindi non sia altrettanto facile abbinare il concetto di « lavoro » al consenso del passaggio della corrente.

Consideriamo per esempio il caso illustrato nella fig. 5 relativo ad una valvola a saracinesca comandata a motore e supponiamo di voler qualificare i contatti fine corsa in relazione ai concetti di lavoro e riposo, concordanza e discordanza. E' chiaro che l'elemento principale è la valvola a saracinesca, ma questa **lavora** quando è aperta e lascia passare il fluido, oppure quando è chiusa e ne impedisce il passaggio?

Da un certo punto di vista è indubbio che la valvola lavora quando è chiusa

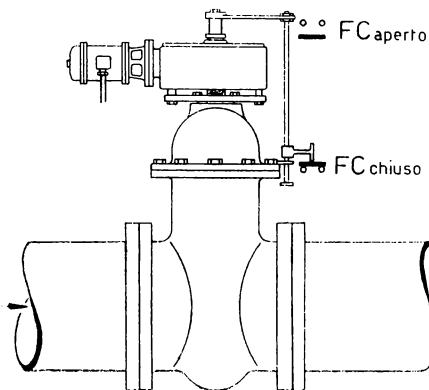



Fig. 5 - Talvolta è difficile definire il concetto di « Lavoro » e « Riposo ». Per esempio la saracinesca « **Lavora** » quando è aperta o quando è chiusa?

dato che effettivamente compie la funzione per la quale viene installata; infatti in tali condizioni la valvola deve far fronte a sollecitazioni maggiori e se non fosse necessario interrompere o parzializzare il flusso del fluido evidentemente non occorrerebbe alcun organo particolare.

Le cose però cambiano sensibilmente considerando la valvola in relazione all'impianto di cui fa parte.

Nella maggioranza dei casi l'impianto **lavora** quando la valvola è aperta come, per esempio, in un impianto idroelettrico ove le ruote delle turbine girano quando l'acqua può agire sulle loro pale perchè trova le valvole di intercettazione aperte. Esempi del genere si possono moltiplicare a volontà.

In questi casi i pareri circa l'attribuzione della qualifica di « lavoro », « riposo », « concordante », « discordante », sono piuttosto contrastanti. Quindi si considera ragionevole consigliare, oltre che un attento esame delle singole situazioni, una eventuale più completa indicazione sul comportamento dei diversi elementi riportando in tabella opportune note esplicative.

Occorre ricordare che non si deve far sorgere dubbi di sorta nella interpretazione dei segni di uno schema e che non si devono aumentare le difficoltà di lettura dei circuiti con ermetismi di sigle o assenza di richiami esplicativi.

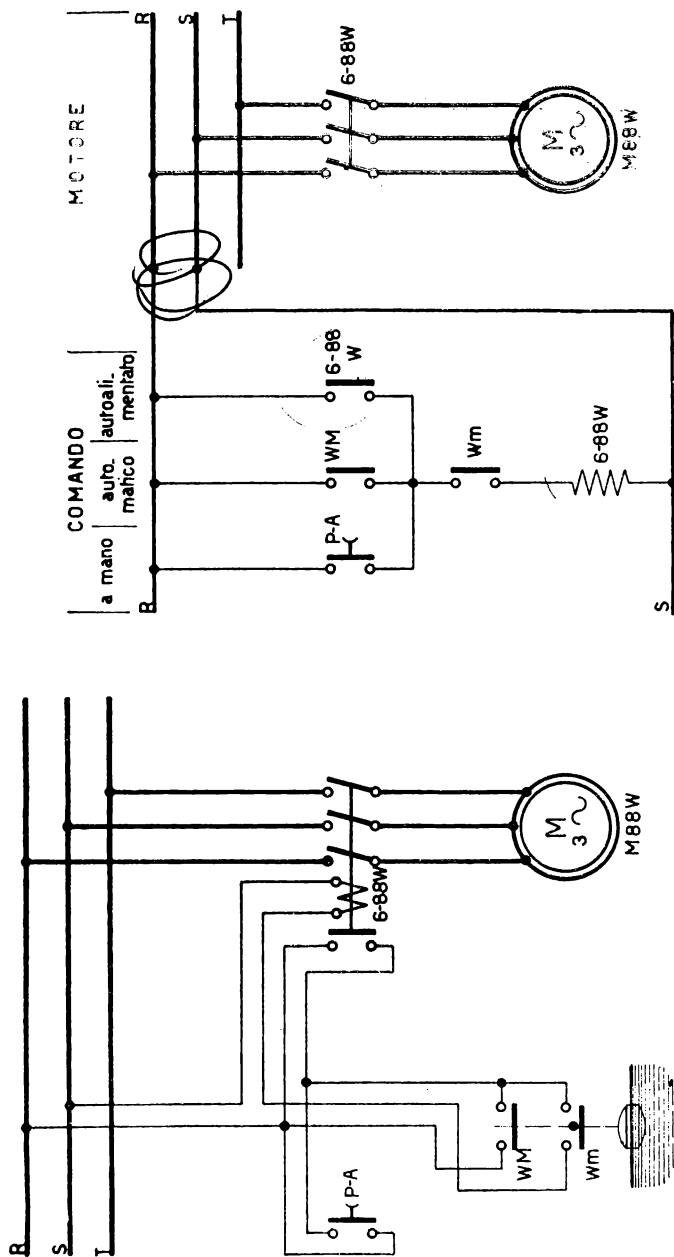



Fig. 6 - Comando a galleggiante di una elettropompa per svuotamento di un pozzo di drenaggio.

P-A - Pulsante di avviamento.
WM - Contatto di massimo livello.
Wm - Contatto di minimo livello.

6-88W - Teleruttore della pompa 88W.
M-88W - Motore della pompa 88W.

Nota: I contatti WM e Wm hanno funzionamento indipendente per effetto dell'unico nottolino azionato dal galleggiante.

CAPITOLO IV.

ESEMPI DI CONFRONTO CON SCHEMI MULTIFILARI

In questa prima presa di contatto il lettore potrà limitarsi a considerare l'aspetto grafico dei due sistemi di rappresentazione ed abituarsi a riconoscere le applicazioni delle varie convenzioni alle quali è stato fatto cenno.

Più che un puro e semplice confronto grafico, gli esempi che seguono intendono dare anche la possibilità di seguire i circuiti come esercizio in relazione alle istruzioni che saranno svolte nei prossimi capitoli. Pertanto il lettore troverà per ciascun esempio una brevissima descrizione del circuito che gli faciliterà il compito della interpretazione suddetta.

Le sigle indicate a fianco di ciascun segno grafico sono quelle dei Codici del CEI.

Come già indicato al Cap. I pag. 4, ai fini, per esempio, dell'insegnamento, le sigle potrebbero essere anche diverse in modo da rendere più intuitiva la funzione dell'apparecchio rappresentato dal segno. Ripetiamo comunque la raccomandazione di fare il possibile per giungere all'impiego sistematico delle sigle dei Codici nell'interesse professionale di tutti coloro che si servono degli schemi per il loro lavoro.

Primo esempio — *Comando a galleggiante di una elettropompa per svuotamento di un pozzo di drenaggio* (fig. 6, pag. 14).

Lo schema, nelle due forme multifilare e funzionale, rappresenta il comando automatico di una elettropompa a mezzo di galleggiante a due contatti di minimo e massimo livello. Il funzionamento avviene come segue: a raggiunto livello massimo la chiusura del contatto WM provoca l'avviamento dell'elettropompa mediante il teleruttore 6-88 W che si autoalimenta con proprio contatto fino a raggiunto livello minimo; in corrispondenza a quest'ultimo la pompa si ferma a seguito dell'apertura del contatto Wm. I due contatti di livello hanno naturalmente funzionamento indipendente comandato dall'unico galleggiante.

Il pulsante *P-A* consente di mettere in marcia a volontà l'elettropompa

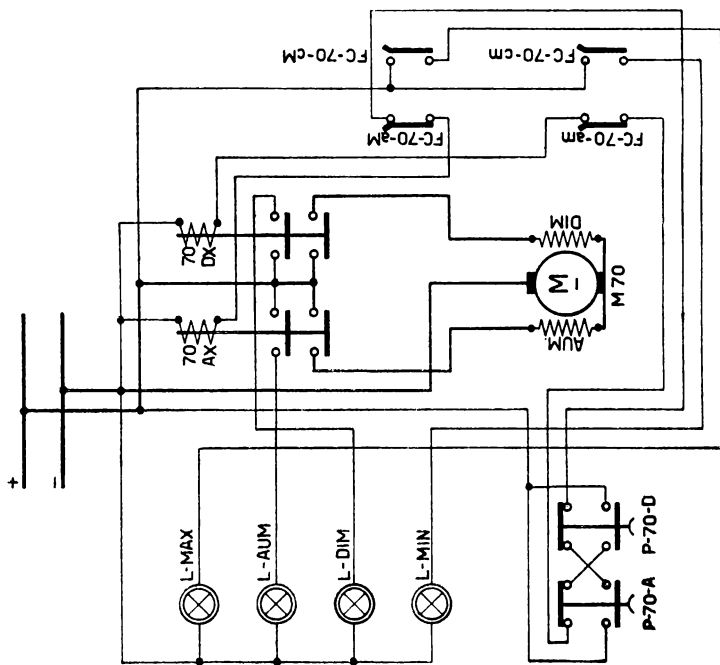
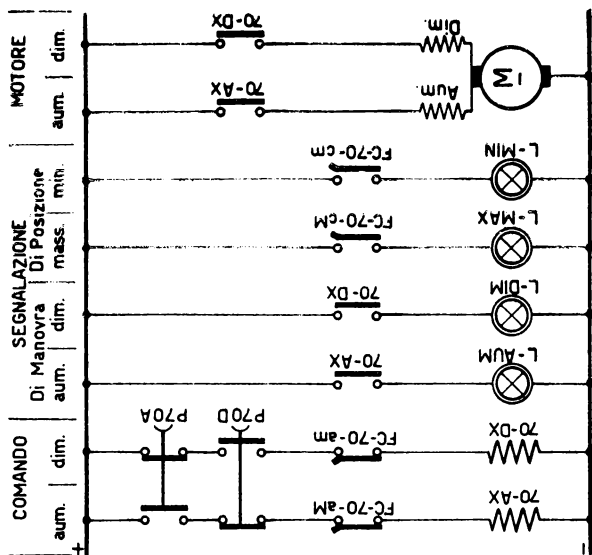



Fig. 7 - Comando a distanza di un reostato di regolazione a motore a mezzo di pulsanti e relè ausiliari.

70 - Sigla caratteristica del regolatore in genere.
P-70A - Pulsante aumenta.
P-70D - Pulsante diminuisce.
M-70 - Motore del reostato 70.
L-MAX, L-AUM, L-DIM, L-MIN - Lampadine di segnalazione di posizione e di manovra.

70-AX - Relè ausiliario aumenta.
70-DX - Relè ausiliario diminuisce.
FC-70 - Fine corsa del reostato 70 e in particolare:
aM - apre alla posizione massima.
cM - chiude alla posizione massima.
am - apre alla posizione minima.
cm - chiude alla posizione minima.

Per le sigle vedere nota nel testo a pag. 15.

anche se il liquido non ha raggiunto il livello massimo. La pompa si ferma poi automaticamente quando sarà nuovamente raggiunto il livello minimo.

E' evidente la possibilità di rapida esecuzione e l'immediatezza di lettura dello schema funzionale a differenza di quello multifilare indubbiamente più tortuoso malgrado la semplicità del circuito rappresentato.

Secondo esempio — *Comando a distanza di un reostato di regolazione a motore mediante pulsanti e relè ausiliari* (fig. 7, pag. 16).

Ancor più evidente che nello schema dell'esempio precedente è la semplicità e chiarezza del tracciato dello schema funzionale nel diretto confronto degli schemi.

E' indubbia la prontezza di lettura che deriva dalla linearità dello schema funzionale per questa sua importante caratteristica.

Il comando del motore a corrente continua M70 del reostato, viene effettuato a mezzo dei relè ausiliari 70 AX (per aumentare) e 70 DX (per diminuire) pilotati rispettivamente dai pulsanti P-70A e P-70D dotati di reciproco blocco elettrico.

Nel circuito dei relè ausiliari sono inseriti contatti fine corsa per togliere l'alimentazione al motore per raggiunta posizione limite massimo e minimo e per dare la relativa segnalazione al quadro.

Durante la manovra le lampadine L-AUM e L-DIM confermano che la regolazione è in corso nel senso voluto.

Terzo esempio — *Avviamento automatico di un grosso motore asincrono con reostato a teleruttori, mediante la sola messa in tensione della linea di alimentazione* (fig. 8, pag. 18).

Lo schema funzionale riguarda i soli circuiti di comando confermando una volta di più quanto già detto circa chiarezza e semplicità.

L'avviamento del motore, come precisato è ottenuto mediante la messa in tensione della linea di alimentazione e avviene come segue.

Ricevendo tensione dalla linea, il trasformatore alimenta il teleruttore del motorino di chiusura M-42C dell'interruttore di linea 42 che si chiude rimanendo agganciato dall'elettromagnete 42 BA (di apertura a mancanza di tensione). Il motore inizia a girare con tutte le resistenze rotoriche incluse fino a che un contatto a chiusura ritardata, montato sull'interruttore 42, si chiude ed alimenta la bobina del teleruttore R1 che pure si chiude cortocircuitando la prima sezione di resistenza.

Con adatto ritardo si chiude un contatto ausiliario del teleruttore R 1 che alimenta la bobina del teleruttore R 2 che si chiude cortocircuitando la seconda serie di resistenze.

Il teleruttore R 2, col proprio contatto ritardato, chiude R 3 il quale a sua volta, con analogo circuito e con ritardo, chiude R 4.

Quest'ultimo teleruttore, oltre a porre in cortocircuito il reostato del motore ormai avviato, con propri contatti ausiliari si autoalimenta e diseccita gli altri teleruttori R 1, R 2, R 3, i quali rimangono a riposo durante la marcia del motore.

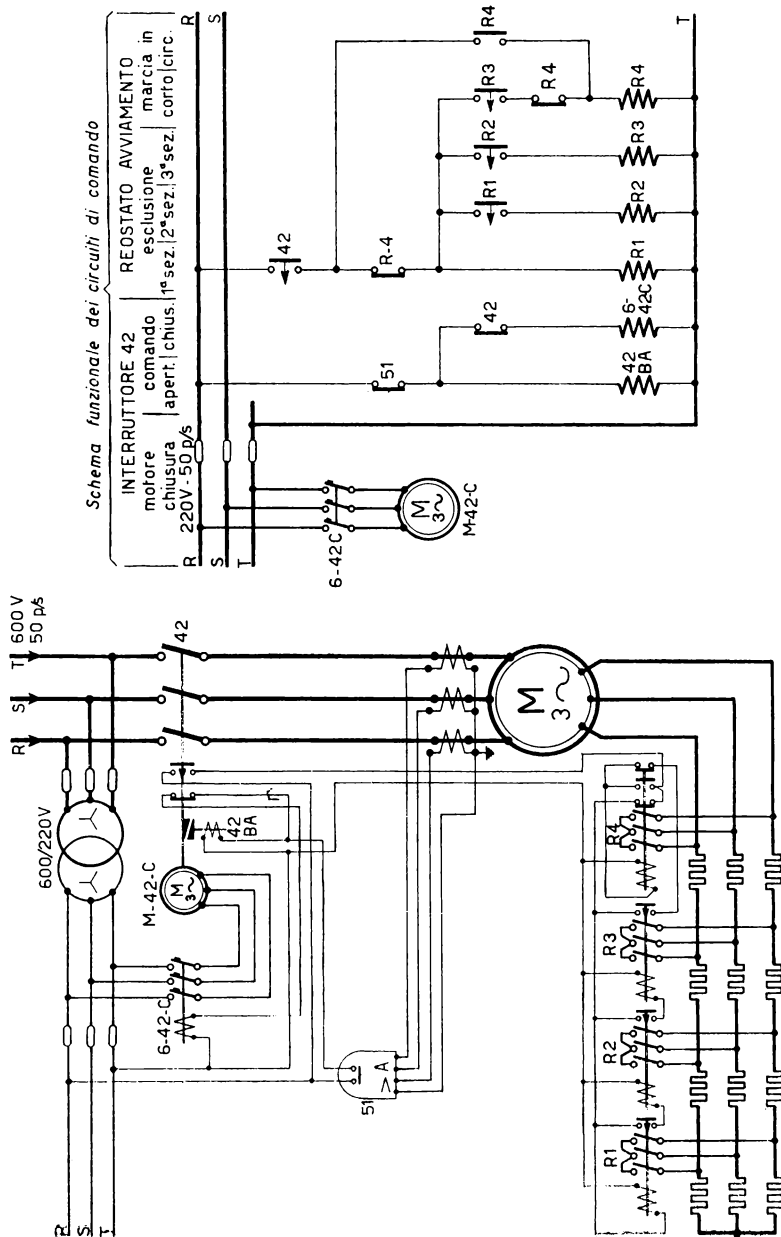



Fig. 8 - Avviamento automatico di un grosso motore asincrono con reostato di avviamento a teleruttori mediante la sola messa in tensione della linea di alimentazione.

42 - Interruttore di linea.
M-42C - Motore di chiusura dell'interruttore 42.
6-42C - Teleruttore del motore M-42C.
42-BA - Bobina di apertura del 42.

R 1, R 2, R 3, R 4 } Teleruttori di esclusione delle resistenze rotoriche.
51 - Relè di protezione per massima corrente.

Per le sigle vedere nota nel testo a pag. 15.

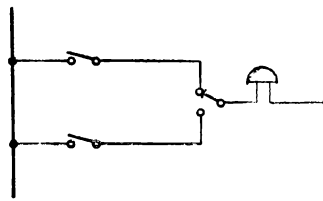
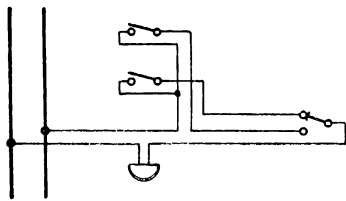
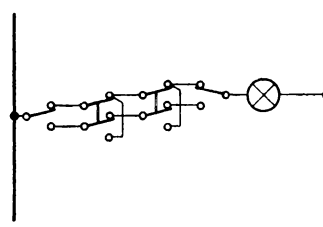
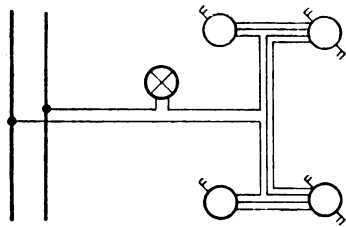
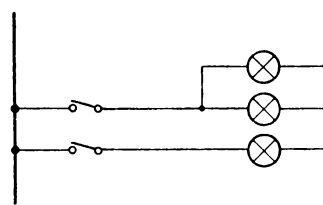
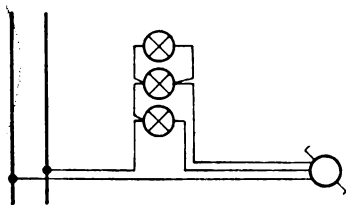
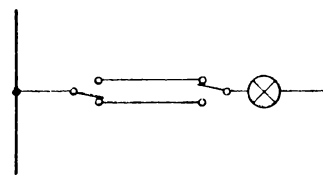
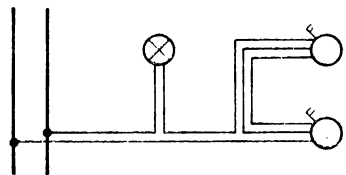
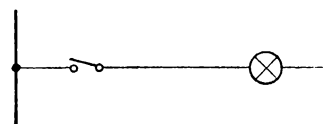
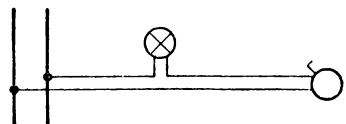



Fig. 9 - Esempi di applicazione dello schema funzionale a circuiti di estrema semplicità.

Un relè di massima corrente 51, se necessario, può intervenire provocando l'apertura dell'interruttore 42 per effetto della diseccitazione della bobina 42 BA conseguente all'apertura del contatto della protezione stessa.

E' possibile rilevare prontamente come nello schema funzionale sia più facilmente individuabile il circuito dei comandi ed il rendersi conto della funzione dei diversi elementi che in esso compaiono.

Non sfuggirà inoltre il guadagno nel tempo di esecuzione conseguente alla semplicità del tracciato e la minor possibilità di errori connessa con l'evidenza dei circuiti.

Quarto esempio — *Applicazione dello schema funzionale a circuiti di estrema semplicità* (fig. 9, pag. 19).

Gli schemi degli esempi che precedono, che rappresentano tutti piccoli complessi automatici, possono indurre nel lettore la convinzione che lo schema funzionale è adatto solamente per circuiti del genere o di altri più complessi.

Mentre è senz'altro vero che maggiore è la complessità del circuito e più prezioso è l'aiuto dello schema funzionale, è pure il caso di precisare che anche in circuiti di estrema semplicità, come quelli degli impianti interni rappresentati nella fig. 9, il funzionale può rendere utili servizi quando l'installatore, in un momento di perplessità nel fare i collegamenti a memoria, voglia ricorrere allo schemino per non affidarsi al deprecabile sistema dei tentativi.

Come infatti emerge chiaramente dal confronto degli esempi della fig. 9, anche in questo caso lo schema funzionale permette una pronta realizzazione grafica estremamente semplice e completa.

* * *

Gli esempi potrebbero essere moltiplicati a volontà, ma si ritiene che quelli illustrati siano sufficienti allo scopo previsto per questo capitolo, tanto più che altri esempi saranno contenuti nelle illustrazioni degli argomenti che seguiranno.

Riteniamo che il lettore si sia ormai reso conto dell'aspetto che assume lo schema funzionale in base alle convenzioni che lo governano e si sia convinto della notevole chiarezza e semplicità della sua esecuzione grafica nei diretti confronti con i corrispondenti schemi multifilari. Pertanto proseguiamo nell'esame degli altri argomenti di maggior interesse pratico.

CAPITOLO V.

COMPILAZIONE DEGLI SCHEMI FUNZIONALI

L'esperienza insegna che in parecchi casi sorgono difficoltà nel superare il primo contatto con lo schema funzionale. Tecnici ed allievi seguono con estrema facilità l'esposizione esemplificativa esposta nei capitoli precedenti, constatano l'evidenza e la semplicità dello schema funzionale ed infine, posti di fronte alla realizzazione dello schema di un modesto circuito, trovano difficoltà che, a volte, danno loro una sensazione negativa di insicurezza col risultato di errori più o meno rilevanti.

E' logico che questo inconveniente sia da ricercarsi nella mancanza di esperienza alla quale occorre rimediare con l'esercizio; d'altra parte molte difficoltà possono essere superate fissando chiaramente il metodo da seguire per tracciare gli schemi in forma funzionale.

A tecnici esperti, le considerazioni che seguiranno, potranno sembrare così ovvie da farne ritenere inutile l'accenno tanto più che, in parte, sono esigenze comuni a qualsiasi forma di compilazione degli schemi elettrici. Concordando con tale opinione desideriamo precisare che esse sono dirette particolarmente a coloro che si accingono ad affrontare lo studio degli schemi elettrici in genere e di quelli funzionali in particolare.

Questi ultimi sono maggiormente usati per circuiti variamente complessi che in molti casi si estendono ad un intero impianto con funzionamento interconnesso dei suoi diversi elementi, pertanto riteniamo doveroso precisare le condizioni necessarie ed indispensabili per evitare insuccessi dovuti ad una deficente preparazione.

Naturalmente non occorrerà sempre seguire tutte le indicazioni date in appresso perchè queste si riferiscono a casi di almeno media complessità.

Metodo da seguire.

Prima di iniziare lo studio dello schema è necessario conoscere a fondo tutti gli scopi che si vogliono raggiungere in relazione alle esigenze di funzionamento dei diversi organi che lo schema stesso è destinato a collegare tra di loro.

In base alle esigenze di cui sopra si dovrà stabilire la dotazione di apparecchi comunque operatori o di manovra, fissare le modalità del controllo di eventuali grandezze (posizione, pressione, ecc.) o verificare che i complessi in esame siano adeguatamente dotati dei suddetti apparecchi in relazione al previsto funzionamento singolo e collegato.

Occorre conoscere tutte le possibilità funzionali elettriche e meccaniche offerte da ciascun apparecchio e le effettive condizioni di esercizio per potersene servire nel modo più razionale in base al servizio richiesto a ciascun elemento.

Degli elementi della installazione che devono funzionare con una sequenza preordinata, occorrerà conoscere i tempi e l'effetto sia transitorio che finale dell'intervento; stabilire i necessari controlli sia elettrici che di altra natura e le condizioni del loro intervento per evitare danni all'apparecchio o complesso sotto controllo o di riflesso, alle altre apparecchiature comunque connesse con il funzionamento generale.

Infine è indispensabile stabilire la successione delle varie manovre e le condizioni che un determinato complesso deve raggiungere prima che si possa compiere la manovra successiva.

Avendo a disposizione tutti i suddetti elementi, si potrà procedere alla compilazione dello schema disponendo i segni convenzionali delle varie parti degli apparecchi in razionale successione in relazione alle previste e ben determinate esigenze finali di funzionamento.

Dopo un certo periodo di pratica, che è consigliabile fare studiando o esaminando circuiti aventi una certa similitudine, il tecnico acquisterà la necessaria agilità di compilazione e consultazione che gli farà apprezzare come insostituibile l'aiuto dello schema funzionale.

La maggior esperienza infine, consentirà di affrontare con fiducia problemi diversi da quelli abituali ed anche in questi casi il tecnico avveduto potrà raggiungere la soluzione desiderata.

Comunque, occorrerà affrontare per gradi le difficoltà dello studio dei circuiti e negli esempi che seguono, appunto con l'intenzione di facilitare l'accostamento allo schema funzionale, saranno esaminati circuiti sempre più complessi.

ESEMPI DI COMPILAZIONE (1)

Come prima applicazione delle considerazioni di cui sopra, anzichè presentare lo schema completo e limitarci ad illustrarlo, abbiamo preferito indicare le fasi successive di compilazione per soddisfare le diverse condizioni stabilite per ciascun circuito. Per rendere più agevole l'interpretazione della successione delle varie fasi, negli esempi riprodotti in appresso si passa man mano dal primo elemento al circuito completo, mediante la successiva aggiunta delle parti indicate con riga di maggior spessore, cerchietti e contatti pieni. Le parti del circuito indicate con linea più sottile, cerchietti e contatti tratteggiati, si riferiscono alla fase precedente dello studio in corso.

---

1) Nella descrizione degli esempi e nel seguito, si troveranno le dizioni « contatto di lavoro » e « contatto di riposo » il cui significato è precisato nel Cap. III.

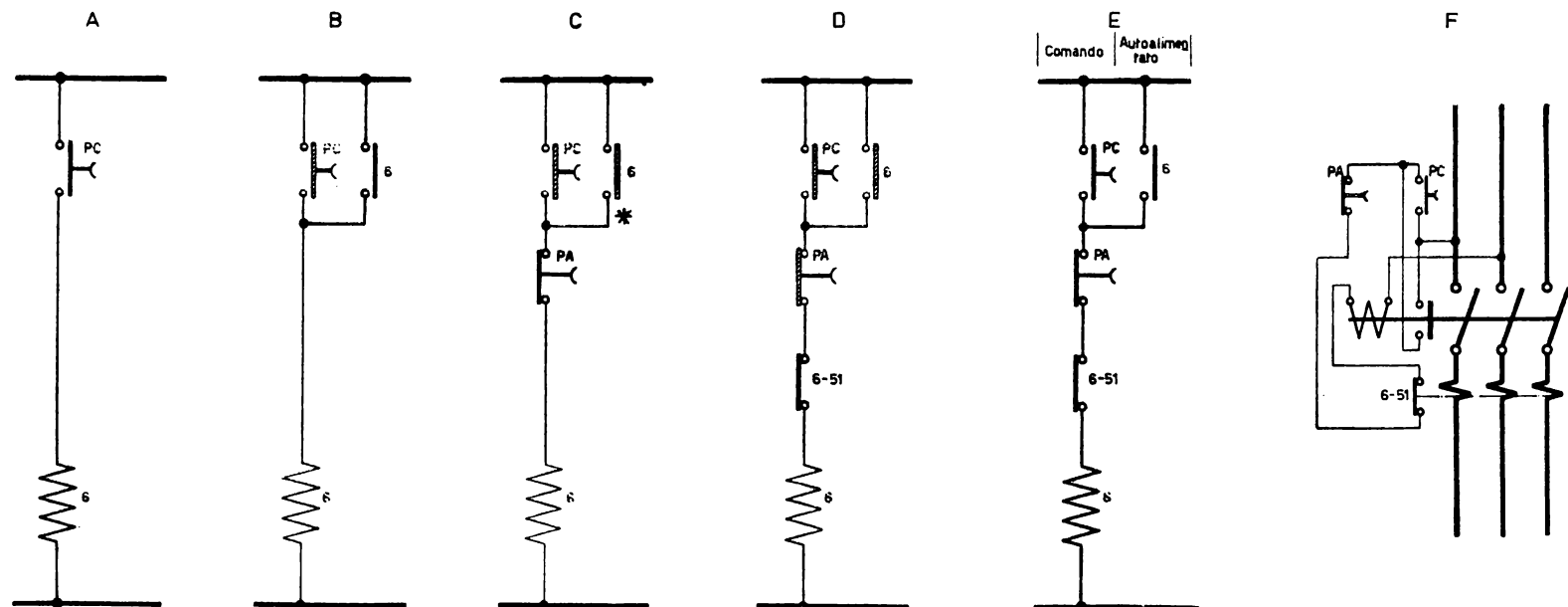



Fig. 10 - Comando di un teleruttore mediante pulsanti.

6 - Contattore di avviamento
PC - Pulsante di chiusura
6-51 - Relè di massima corrente del contattore 6
PA - Pulsante di apertura

Il circuito consente l'avviamento o l'arresto a distanza di un qualunque utilizzatore mediante un teleruttore comandato a mano a mezzo di pulsanti di avviamento e arresto. Nel circuito sono inseriti relè di massima corrente per la protezione.

Comando di un teleruttore mediante pulsante (fig. 10, fuori testo).

Gli scopi che si vogliono raggiungere sono i seguenti:

1) premendo temporaneamente il pulsante *Chiude* il teleruttore deve chiudersi e restare chiuso;

2) premendo temporaneamente il pulsante *Apre* il teleruttore deve aprirsi e restare aperto;

3) il teleruttore deve aprirsi automaticamente per intervento dei relè di protezione per massima corrente.

Data la grande semplicità del circuito non occorre evidentemente fare elenchi di organi di manovra, ecc. Per tracciare lo schema funzionale basterà seguire fedelmente le prescrizioni di cui sopra.

Poichè per chiudere il teleruttore « *6* » si deve alimentare la sua bobina, basterà nel funzionale (fig. 10-A) segnare un pulsante di chiusura *PC* che completa il circuito comprendente la bobina « *6* » del teleruttore.

E' facile osservare però che la bobina rimane eccitata (e il teleruttore chiuso) solamente per la durata della pressione sul pulsante *PC*; appena questo viene abbandonato si apre, la bobina « *6* » si diseccita e il teleruttore si riapre. Per soddisfare totalmente la prima condizione, occorre quindi aggiungere al teleruttore un proprio contatto ausiliario di autoalimentazione (fig. 10-B) in modo che appena esso si chiude, l'alimentazione della bobina sia assicurata indipendentemente dalla posizione del pulsante *PC* il quale può venire abbandonato senza che il teleruttore si apra nuovamente.

Con la situazione della fig. 10-B è stata quindi realizzata la condizione 1. Per soddisfare la condizione 2 occorre inserire il pulsante *PA* in modo da interrompere a volontà l'alimentazione della bobina; è quindi facile (fig. 10-C) segnare il pulsante *PA*, logicamente di apertura, al punto giusto nel circuito in modo che, anche premendo contemporaneamente i pulsanti *PC* e *PA*, esso risulti *sicuramente* interrotto. (Per ottenere il solo arresto, ma non quest'ultimo importante dettaglio, si poteva disporre il pulsante *PA* nella posizione indicata con asterisco).

Con la situazione della fig. 10-C sono quindi realizzate le condizioni 1 e 2, La 3 evidentemente richiede l'inserzione di un contatto con funzione identica a quella del pulsante *PA*, ma con intervento automatico.

Basterà quindi segnare il nuovo elemento completando lo schema come desiderato (fig. 10-D).

Nelle figg. 10-E e 10-F sono confrontati i due metodi di rappresentazione schematica funzionale (fig. 10-E) e multifilare (fig. 10-F); seguendo il circuito in entrambi, il lettore potrà pure constatare la perfetta corrispondenza nella successione dei vari elementi che compaiono nei due schemi.

È però doveroso far presente che a questo risultato non si giunge immediatamente perchè chi traccia lo schema funzionale di solito segue il ragionamento suggeritogli dalle esigenze a cui deve far fronte senza preoccupazioni di carattere pratico.

Solamente rivedendo lo schema per la sua realizzazione è possibile apportare le necessarie varianti al tracciato in modo da ottenere la perfetta corrispondenza grafica tra schema funzionale e multifilare e non la sola corrispondenza concettuale.

Naturalmente il progettista avveduto e già esperto nell'impiego dello schema funzionale, può tracciare direttamente schemi di circuiti non eccessivamente complessi che nella successione degli organi tengano conto delle possibilità di realizzazione. Questo argomento comunque sarà ripreso in seguito illustrando un particolare aspetto dell'impiego pratico dello schema funzionale.

* * *

Cogliamo l'occasione per precisare che gli schemi funzionali possono sempre essere compilati in modo da riprodurre fedelmente la successione degli apparecchi come si trovano in realtà nell'impianto; gli esempi contenuti in questo volume osservano costantemente tale norma.

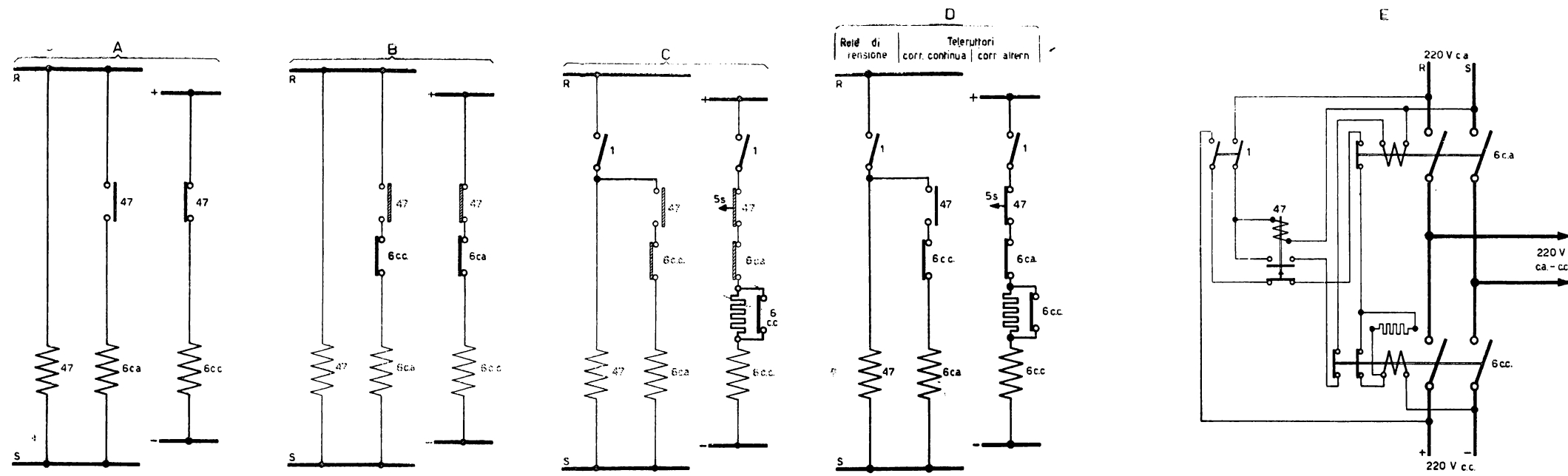



Fig. 11 - Comando di due teleruttori per commutazione automatica luce di sicurezza.

6 c.a. - Contattore lato corrente alternata
6 c.c. - Contattore lato corrente continua

47 - Relè voltmetrico per mancanza di tensione
1 - Interruttore di esclusione dell'automatismo

Il circuito, al mancare della corrente alternata, consente di commutare automaticamente l'alimentazione di un impianto di illuminazione su di un circuito collegato ad una batteria di accumulatori di riserva. Al ritorno della corrente alternata, con ritardo di 5 sec per controllarne la stabilità, si commuta nuovamente l'alimentazione sul lato a corrente alternata.

Comando di due teleruttori per commutazione automatica luce di sicurezza (fig. 11, fuori testo).

Il problema da risolvere è il seguente: occorre assicurare in ogni caso l'alimentazione di un circuito luce (cinema, teatro, sala operatoria, ecc.) pertanto oltre alla derivazione dalla linea di distribuzione a corrente alternata, è previsto l'allacciamento ad una batteria di accumulatori di riserva in caso di mancanza della corrente alternata stessa; lo scambio delle alimentazioni deve avvenire automaticamente a mezzo di due teleruttori.

Lo schema deve perciò realizzare le seguenti condizioni:

1) per eccessivo abbassamento o per mancanza della tensione sul lato a c.a. deve aprirsi il relativo teleruttore e chiudersi quello sul lato a c.c.;

2) non deve chiudersi il teleruttore sul lato c.c. fino a che quello sul lato c.a. non è sicuramente aperto e viceversa;

3) al ritorno della c.a. il ripristino delle condizioni normali deve avvenire pure automaticamente, ma con ritardo di almeno 5 secondi per avere garanzia di stabilità nella alimentazione a c.a.;

4) si deve potere a volontà escludere l'automatismo per togliere tensione al circuito utilizzatore.

Prima di tracciare lo schema occorre considerare che le condizioni 1) e 3) richiedono l'impiego di un organo sensibile alla presenza e alle variazioni della tensione sul lato a corrente alternata.

Questo apparecchio è un relè voltmetrico al quale, data l'ampiezza dei limiti di sensibilità sufficiente in questo caso, non è richiesta una grande precisione.

Il relè dovrà avere la bobina adatta all'inserzione permanente sul lato a corrente alternata ed essere munito di due contatti, uno di lavoro con funzionamento istantaneo per il comando del teleruttore a c.a.; l'altro di riposo per il comando del teleruttore lato a c.c. con chiusura istantanea alla diseccitazione della bobina e con apertura ritardata di 5 sec. alla sua eccitazione.

Quanto altro occorre risulterà dallo schema che è ormai possibile tracciare in base alle esigenze da soddisfare.

Segnate come indicato nella fig. 11-A le alimentazioni c.a. e c.c., si indicano le tre bobine (*47* del relè; *6 c.a.*; *6 c.c.* dei teleruttori rispettivamente lato c.a. e lato c.c.) e si completano i circuiti ricordando che lo schema va disegnato con sbarre fuori tensione (mancanza di tensione in entrambi i circuiti). Ovviamente il relè *47*, per rilevare la presenza di tensione, sarà collegato in derivazione sulle sbarre c.a., il suo contatto aperto deve tagliare il circuito del *6 c.a.* ed il contatto chiuso deve completare il circuito del *6 c.c.* (che si chiuderebbe come giusto, se le sbarre a c.c. fossero alimentate).

La condizione 1 è quindi osservata e la 2 lo sarà facilmente aggiungendo nel circuito di ciascuna bobina dei teleruttori un contatto ausiliario di riposo (chiuso a bobina diseccitata) dell'altro teleruttore (fig. 11-B). Ricordare sempre che i due teleruttori sono aperti e quindi ciascuno deve consentire la chiusura dell'altro.

La condizione 3 si realizza (fig. 11-C) indicando il ritardo all'apertura del contatto *47* nel circuito del *6 c.c.* Infatti, al ritorno della c.a. il relè *47* si eccita, predispone per la chiusura il *6 c.a.* e trascorso il tempo stabilito, apre il

6 c.c. che in questa posizione, con il suo contatto ausiliario, consente la chiusura del *6 c.a.*

La condizione 4 è ottenuta segnando l'interruttore bipolare *1* che taglia a volontà l'alimentazione delle bobine di entrambi i teleruttori (fig. 11-C).

Osservare come sia stato utile raggruppare le due derivazioni a c.a. (del *47* e del *6 c.a.*) per ridurre i contatti dell'1.

Pure in fig. 11-C è indicata l'inserzione della resistenza di risparmio che abitualmente viene inserita sulle bobine dei teleruttori a c.c.

Precisiamo che, come è noto, i contatti di reciproco blocco dei teleruttori in casi del genere sono integrati da adatto sistema meccanico avente lo stesso scopo di impedire la simultanea chiusura dei teleruttori.

Infine, mentre nella fig. 11-D è indicato lo schema funzionale completo di ogni elemento, nella fig. 11-E è rappresentato lo stesso schema secondo il metodo multifilare.

Anche in questo caso confrontando gli schemi è possibile constatare la corrispondenza nella successione dei singoli elementi del circuito.

Avviatore stella-triangolo per motore asincrono con protezione di massima corrente (fig. 12, fuori testo).

Lo schema che si deve tracciare è quello di un avviatore automatico per un motore asincrono secondo il ben noto sistema di avviamento a stella e funzionamento a triangolo.

In questi casi, come si sa, occorrono tre teleruttori: uno principale di linea (*6 L*), uno (*6 Y*) per il collegamento a stella ed uno (*6 D*) per il collegamento a triangolo degli avvolgimenti statorici.

Le condizioni da realizzare sono le seguenti:

1) premendo temporaneamente il pulsante di avviamento *PA* devono chiudersi i teleruttori *6 L* e *6 Y* e restare chiusi;

2) dopo un certo tempo durante il quale il motore inizia ed accelera il suo moto di rotazione, deve avvenire la commutazione dei collegamenti di statore e cioè aprirsi il teleruttore *6 Y* e chiudersi il teleruttore *6 D*;

3) i due teleruttori *6 Y* e *6 D*, devono essere muniti di contatti di reciproco blocco per impedire la chiusura contemporanea;

4) il teleruttore principale *6 L* deve poter essere aperto a volontà mediante il pulsante di arresto *ALT* o automaticamente per intervento della protezione di massima corrente *51 L*;

5) sono richieste le seguenti segnalazioni ottiche: *fermo*; *in avviamento*; *in marcia*.

Non sfuggirà al lettore che lo schema ha strette analogie con quelli dei due esempi precedentemente illustrati e quindi non sarà difficile seguire le fasi della sua realizzazione.

Occorre solo notare che il ritardo alla commutazione imposto dalla condizione 2, richiede l'uso di un contatto ritardato di scambio che supponiamo sia del tipo a ritardo meccanico montato direttamente sull'albero di comando del teleruttore *6 L*.

Per tracciare lo schema si seguono come al solito le diverse prescrizioni. Per soddisfare alla condizione 1 basterà ovviamente segnare il pulsante *PA* nel circuito di alimentazione delle bobine dei teleruttori *6 L* e *6 Y* come in fig. 12-A, ed aggiungere per le ormai note ragioni, il contatto di autoalimentazione come nella figura 12-B. Quest'ultimo deve essere un contatto del *6 L*; se si utilizzasse un contatto del *6 Y* tutto evidentemente si disecciterebbe nel momento della commutazione.

La fig. 12-B comprende anche la bobina *6 D* del terzo teleruttore ed il contatto ritardato di scambio (Vedere nota 1 e figura 13) appartenente come già precisato al teleruttore *6 L*.

Lo schema della fig. 12-B soddisfa quindi totalmente alle condizioni 1 e 2. La 3 richiede gli ormai noti contatti inseriti come nello schema della fig. 12-C che comprende anche il pulsante *ALT* di apertura e il contatto della protezione

---

(1) Richiamiamo l'attenzione sulla indicazione del contatto che è doppio con un trattino di collegamento nello schema funzionale mentre in realtà è unico di commutazione a doppia interruzione come appare nello schema multifilare della fig. 12-E. Dal punto di vista funzionale il comportamento è quello di due contatti indipendenti e quindi è giusta la rappresentazione grafica; volendo dare un più preciso riferimento alla realtà costruttiva si può usare in questi casi il segno della fig. 13 a pag. 28.

51 L di massima corrente richiesto dalla condizione 4 e per i quali non si ritiene che occorrano ulteriori indicazioni circa la loro inserzione.

La fig. 12-D rappresenta l'aspetto definitivo dello schema funzionale completato naturalmente con le segnalazioni richieste ed ottenute come segue:

— « *fermo* »: lampadina alimentata da un contatto chiuso del *6 L* a riposo (cioè a teleruttore aperto);

— « *in avviamento* »: lampadina alimentata dall'elemento intermedio di avviamento e cioè da un contatto ausiliario del *6 Y* che si chiude a teleruttore chiuso;

— « *in marcia* »: lampadina alimentata dall'elemento finale della sequenza automatica e cioè da un contatto ausiliario del *6 D* che si chiude a teleruttore chiuso.

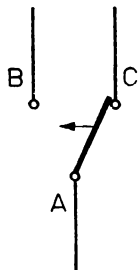



Fig. 13 - Esempio di indicazione di un contatto ausiliario deviatore con ritardo allo scambio.

Il contatto passa con ritardo da *C* in *B* ed istantaneamente da *B* in *C*.

Richiamiamo l'attenzione sul raggruppamento dei circuiti che permette di semplificare la realizzazione pratica dello schema del complesso indicato in forma multifilare nella fig. 12-E.

E' pure possibile rilevare, nel confronto delle due forme di rappresentazione delle figg. 12-D, 12-E, la semplicità del funzionale e la solita corrispondenza di posizione dei diversi componenti.

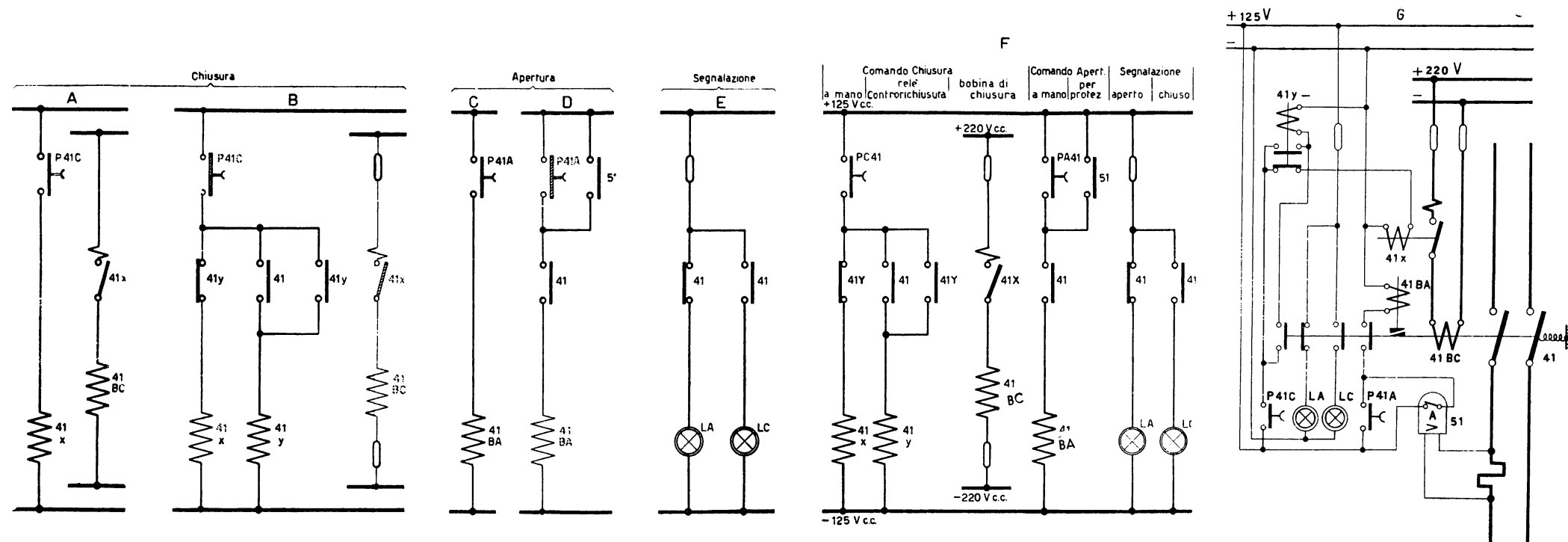



Fig. 14 - Comando di un interruttore di potenza.

41 - Interruttore di eccitazione
41 BC - Bobina di chiusura dell'interruttore 41
41 BA - Bobina di apertura dell'interruttore 41
41 X - Relè ausiliario di chiusura dell'interruttore 41
41 Y - Relè di controchiusura dell'interruttore 41
P 41 C - Pulsante di chiusura
P 41 A - Pulsante di apertura
LA-LC - Lampadine di segnalazione della posizione
51 - Relè di massima corrente

Il circuito è quello del comando a pulsant di un interruttore nel quale la chiusura avviene mediante lancio di corrente ad un potente elettromagnete ad alimentazione istantanea perchè l'interruttore viene mantenuto chiuso da aggancio meccanico.
Per l'apertura, si alimenta temporaneamente con apposito pulsante, la bobina dell'elettromagnete che disimpegna l'arresto meccanico consentendo all'interruttore di aprirsi per l'azione di una molla.
L'elettromagnete di apertura può essere alimentato direttamente dal relè di protezione per massima corrente in caso di guasto.

Comando di un interruttore di potenza (fig. 14, fuori testo).

Si debba tracciare lo schema di un interruttore di potenza (*41*) con chiusura a pulsante (*P 41 C*) mediante lancio temporaneo di corrente continua ad un potente elettromagnete (*41 BC*). La chiusura sia mantenuta da aggancio meccanico e l'apertura avvenga a volontà a mezzo di altro pulsante (*P 41 A*) e lancio temporaneo di corrente in un secondo elettromagnete (*41 BA*) che libera l'arresto, oppure automaticamente per intervento di un relè di massima corrente (*51*). Sia pure prescritto un dispositivo che impedisca la richiusura in caso di mancato aggancio al primo impulso e persistente pressione sul pulsante di chiusura. Infine siano da prevedere due lampade di segnalazione di posizione di « *aperto* » (*L A*) e « *chiuso* » (*L C*).

Prima di procedere alla compilazione dello schema occorre fare almeno due importanti considerazioni e cioè:

a) la corrente richiesta dall'elettromagnete di chiusura *41 BC* è notevolmente superiore alla portata del pulsante *P 41 C* ed impone l'uso di un relè ausiliario *41 X* con un contatto di adeguata portata e dispositivo spegniarco;

b) il dispositivo di antichiusura prescritto deve interrompere il circuito della bobina del suddetto relè *41 X* dopo la prima chiusura e mantenerlo in tali condizioni fino a quando non sia nuovamente abbandonato il pulsante *P 41 C* Occorrerà quindi un altro relè ausiliario *41 Y*.

Le condizioni a cui deve soddisfare lo schema sono in definitiva le seguenti:

1) premendo temporaneamente il pulsante *P 41 C* di chiusura, l'interruttore deve chiudersi e restare chiuso;

2) in caso di mancato aggancio (o riapertura per intervento della protezione) l'interruttore non deve richiudersi anche se si prolunga la pressione sul pulsante;

3) la bobina di chiusura deve essere alimentata solamente per il tempo necessario alla manovra indipendentemente dal tempo di pressione sul pulsante;

4) premendo temporaneamente il pulsante di apertura *P 41 A* l'interruttore deve aprirsi;

5) la bobina di apertura deve essere alimentata solamente per il tempo necessario alla manovra indipendentemente dal tempo di pressione sul pulsante e l'interruttore deve aprirsi automaticamente per intervento della protezione di massima corrente;

6) occorre predisporre l'alimentazione e i contatti per le lampadine di segnalazione di posizione.

Ormai certamente nessuna particolare difficoltà nella prima fase (fig. 14-A) ove si rileva che premendo il pulsante *P 41 C* si alimenta il relè ausiliario *41 X* il quale, col suo contatto munito di soffiatore magnetico, alimenta la *41 BC* chiudendo l'interruttore che si aggancia.

La condizione 1 è realizzata mentre la 2 (fig. 14-B) richiede come già precisato, l'inserzione del relè *41 Y* di controchiusura col seguente funzionamento: l'interruttore *41* alla chiusura, chiude pure un suo contatto ausiliario che alimenta la bobina *41 Y* che si eccita; il relè *41 Y* si autoalimenta con un proprio contatto e quindi resta eccitato anche se il *41* si riapre) e con altro suo contatto in aper-

tura interrompe il circuito del *41 X* che resta diseccitato anche se continua la pressione sul pulsante *P 41 C*. La condizione 3 è superata dallo stesso contatto del *41 Y* che impedisce la richiusura.

Notare l'aggiunta di opportuni fusibili di protezione nel circuito della *41 BC*. La condizione 4 è evidentemente risolta come è rappresentato nella fig. 14-C mentre la 5 e la 6 sono superate facilmente come è indicato nelle figg. 14-D, 14-E, per le quali non occorrono particolari spiegazioni, salvo rilevare l'aggiunta di un fusibile di protezione sulla alimentazione delle lampadine di segnalazione.

Lo schema funzionale completo è indicato nella fig. 14-F, quello multifilare corrispondente nella fig. 14-G; confrontandoli è possibile ormai giungere alle note, solite conclusioni.

* * *

Negli esempi che precedono si può rilevare la continua presenza di teleruttori.

E' ovvio, come già più volte ripetuto, che lo schema funzionale si può usare per qualunque altro genere di circuito più o meno automatico.

Si è preferito ricorrere a circuiti con teleruttori per la grande diffusione di questi apparecchi che può consentire una più facile intelligibilità degli schemi e destare un immediato interesse pratico. Inoltre, ai fini dell'apprendimento, è possibile eseguire numerose varianti di pratica applicazione con la inclusione di apparecchi automatici di comando (galleggianti, pressostati, ecc.) combinando variamente i diversi apparecchi in modo di avere una guida nell'esempio già svolto.

Si vuole inoltre precisare come, dopo aver acquistato una certa esperienza, sia possibile arrivare con prontezza allo stadio finale dello schema almeno in circuiti quasi abituali e di media complessità.

Non bisogna però mai dimenticare l'importanza di un attento controllo degli schemi dopo averli tracciati perchè spesso la troppa sicurezza può far compiere errori non sempre trascurabili; questa naturalmente, è una esigenza comune a tutte le forme di rappresentazione dei circuiti e forse quella funzionale offre minori pericoli di errori operando col minimo della necessaria attenzione.

CAPITOLO VI.

IMPIEGO PRATICO DELLO SCHEMA FUNZIONALE

Dato il suo particolare aspetto e per il fatto di essere basato in buona parte su convenzioni, lo schema funzionale non sembra a prima vista molto adatto ad assolvere compiti pratici per la realizzazione dei circuiti che esso rappresenta; si confida invece che le considerazioni e gli esempi svolti in appresso, possano convincere della versatilità del suo impiego. Lo schema funzionale può infatti essere utilizzato praticamente in tutte le fasi successive allo studio di un circuito e precisamente, ad esempio, per la pronta definizione per l'acquisto degli apparecchi necessari; come sicura guida per la compilazione degli schemi di montaggio dei pannelli dei quadri e degli elementi esterni al quadro stesso; per la verifica parziale e nel complesso dei circuiti contemplati dallo schema dopo la loro realizzazione; per la pronta ricerca dei guasti durante l'esercizio degli impianti, ecc.

Naturalmente per ottenere i migliori risultati occorre che tutto il personale interessato sappia usare senza incertezze lo schema per la parte che a ciascuno concerne.

Inoltre, per l'uso, diciamo così, « *integrale* » delle possibilità offerte dallo schema funzionale, occorre una organizzazione omogenea del lavoro in modo che ciascuno trovi nello schema quanto occorre al suo lavoro (indicazioni, precisazioni, ecc.), o raccolga e indichi elementi che serviranno in seguito a particolari scopi di pertinenza di altro personale.

Per una più chiara esemplificazione di queste possibilità, consideriamo il caso pratico di una ditta che riceva l'ordinazione per un impianto comprendente macchine ed apparecchiature elettriche diverse con funzionamento collegato e comandi e controlli centralizzati. Dopo aver stabilito il tipo, le caratteristiche e le esigenze funzionali di ciascuna macchina ed apparecchio principale, sarà possibile definire gli strumenti di misura, relè di protezione, segnalazioni varie, comandi, ecc., determinare il numero dei pannelli occorrenti e disegnare il fronte del quadro di manovra e controllo.

Parallelamente a quest'ultimo lavoro si potrà tracciare lo schema funzionale dell'intero complesso (e quindi definire anche gli elementi secondari occorrenti), controllarlo accuratamente cercando di raggruppare i circuiti per semplificare le connessioni e preparare l'elenco dei diversi organi per il loro approvvigionamento.

Determinazione delle apparecchiature in sede di ordinazione.

Applicando a rovescio il sistema di « scomposizione » degli apparecchi indicato nella fig. 2 (pag. 9), caratteristico dello schema funzionale, sarà da questo possibile rilevare la natura e la dotazione di contatti dei diversi relè, fissare il tipo e la quantità di pulsanti, lampade di segnalazione e quanto occorra alla realizzazione del complesso (pressostati, contatti fine-corsa, termostati ed altri rilevatori di qualsiasi natura).

Integrando l'elenco con ciò che compare nel disegno del fronte del quadro e in altri eventuali schemi di servizi non compresi nello schema funzionale, si potrà **con sensibile anticipo sui tempi abituali** procedere alla ordinazione all'officina e ai sub-fornitori degli apparecchi per i quali occorre maggior tempo di approntamento con ovvi, conseguenti vantaggi.

Questo è indubbiamente un primo non trascurabile merito dell'uso pratico dello schema funzionale.

Collegamento dei quadri elettrici.

Se all'officina si deve passare uno schema « planimetrico » dei conduttori per il cablaggio dei pannelli, lo schema funzionale semplifica il lavoro del disegnatoreo permettendogli di concentrare la sua attenzione nel disporre in bell'ordine i conduttori, ridurre al minimo gli incroci e, per ciò che si riferisce al circuito, seguire con attenzione le indicazioni dello schema funzionale. Questo, dato il suo particolare aspetto grafico, rende minime le cause di errore e permette di eseguire i circuiti senza giri viziosi di conduttori come spesso capita allorchè schemi, appena un po' complessi, sono tracciati direttamente in forma multifilare.

Ma c'è di più. Oggi sono ormai numerose le ditte nelle quali si passa direttamente dallo schema funzionale al cablaggio dei pannelli con evidente convenienza tecnico economica perchè al Cliente viene consegnato uno schema realmente corrispondente ai circuiti, si elimina un lavoro di preparazione grafica (lo schema planimetrico) e il personale, debitamente istruito, si trova completamente a suo agio nella esecuzione dei cablaggi.

Si può quindi concludere che un secondo vantaggio offerto dallo schema funzionale, sia quello di **facilitare l'esecuzione deffo schema planimetrico (se necessario) raggiungendo la massima semplicita nella realizzazione dei circuiti, o passare direttamente al cablaggio con riduzione dei costi di produzione.**

Per poco che l'impianto sia complesso sarà necessario uno schema dei collegamenti fuori quadro, cioè tra gli elementi dell'impianto esterni al quadro, sia tra di loro che con il quadro stesso.

Anche qui lo schema funzionale si renderà utile al tecnico permettendogli di definire con sicurezza la quantità di conduttori occorrenti ai diversi collegamenti e stabilire in conseguenza la formazione dei cavi per provvedere al loro approvvigionamento.

Solitamente e per ovvia necessità, la definizione della formazione dei vari cavi è fatta durante l'esecuzione dei disegni di montaggio già richiamati.

Una avveduta interpretazione dello schema potrà però in questa particolare fase dello sviluppo del lavoro, far **evitare l'installazione di conduttori inutilizzati o peggio, prevedere cavi con conduttori insufficienti.**

Collaudo degli impianti e delle apparecchiature.

Dopo l'approntamento in officina, i pannelli del quadro e gli elementi esterni passano al collaudo. Anche qui lo schema funzionale rende apprezzati servizi facilitando al collaudatore l'intelligibilità dei circuiti e semplificando la ricerca e la eliminazione di eventuali errori nei collegamenti.

Inoltre, la estrema suddivisione dei circuiti caratteristica della rappresentazione in forma funzionale, consente di verificare facilmente una qualunque sequenza automatica sostituendo ai rispettivi morsetti del quadro elementi fittizi di apparecchi esterni in base alle indicazioni dello schema.

Si può quindi aggiungere che l'uso dello schema funzionale **semplifica le operazioni di controllo e facilita la individuazione di errori e la loro correzione.**

Dall'approntamento del quadro e delle apparecchiature comunque facenti parte della installazione si passa al loro montaggio in opera e alle connessioni esterne utilizzando i già citati schemi per collegamenti fuori quadro; viene quindi il momento di eseguire le prove di funzionamento dell'intero complesso.

A questo punto lo schema funzionale offre una delle sue più importanti possibilità, e cioè quella di **consentire il controllo successivo dei circuiti secondo l'ordine logico delle manovre e degli interventi dei vari apparecchi.** E' possibile infatti verificare che la « funzione » di ciascun apparecchio avvenga nel modo previsto controllando sia l'effetto delle condizioni che « consentono » una certa manovra quanto quelle che « impediscono » la manovra stessa, seguendo come al solito, le chiare indicazioni dello schema.

Con lo stesso metodo si potrà procedere alla verifica dell'intervento delle protezioni sia elettriche che di altra natura con la certezza in complesso, che eventuali situazioni di incompatibilità in particolari condizioni di esercizio, alimentazioni di ritorno, ecc. saranno senz'altro segnalate dall'irregolare comportamento di qualcuno degli organi dell'impianto.

Se le operazioni saranno condotte con metodo, sarà chiaro che l'inconveniente che si manifesta è conseguenza dell'ultima manovra sotto controllo. Posti sull'avviso, con un po' di pazienza e sempre usando lo schema funzionale, si potrà controllare il circuito, individuare l'errore o il guasto e definire il modo di eliminarlo.

Manutenzione e ricerca dei guasti.

Una qualunque apparecchiatura in servizio è purtroppo soggetta a guastarsi, un contatto si può ossidare e non consentire il passaggio della corrente, la vite di un morsetto può allentarsi per vibrazione e non assicurare il contatto col conduttore. Varie sono le ragioni che possono provocare inconvenienti col risultato di un irregolare funzionamento e in complessi automatici la necessità di porre senz'altro l'impianto fuori servizio per la ricerca del guasto.

Non è certo il caso di dilungarsi su quanto sia importante ridurre al minimo

il tempo di inattività di macchine comunque operatrici; in certi casi ciò è tanto deprecabile da consigliare costose installazioni di riserva per non turbare il ciclo di produzione.

Infine, come è ben noto al personale addetto alla manutenzione, la ricerca dei guasti avviene in genere in una atmosfera di tensione contraria al buon andamento del lavoro.

In questi casi lo schema funzionale diventa nuovamente preziosissimo all'operatore consentendogli di selezionare i circuiti con estrema rapidità, individuare il tratto in cui l'inconveniente si è manifestato ed infine localizzarlo con calma e sicurezza.

Il più delle volte all'operatore è sufficiente l'aiuto dello schema, di un voltmetro ed eventualmente di cartoncino isolante (da mettere tra i contatti dei relè per limitare la sequenza al punto voluto) per localizzare gli inconvenienti più strani e nascosti che possono accadere in esercizio.

La certezza inoltre di eseguire le verifiche con metodo e non a tentativi come purtroppo capita ancora spesso, **consente all'operatore di lavorare con la necessaria calma nella convinzione che il tempo impiegato è indubbiamente il minimo occorrente per un serio risultato.**

Questo è un altro, e non il meno importante, aiuto pratico che lo schema può fornire al tecnico che sappia interpretare la semplice geometria dei punti suoi segni.

* * *

Volendo riepilogare i diversi vantaggi offerti dall'uso dello schema funzionale a chi è destinato alla realizzazione, al collaudo, alla manutenzione degli apparecchi e circuiti che esso rappresenta, tutti compiti evidentemente a carattere essenzialmente pratico, essi possono essere riassunti nei seguenti sette punti principali:

1) rende più pronta la definizione delle caratteristiche degli apparecchi occorrenti per il loro approvvigionamento;

2) facilita l'esecuzione degli schemi planimetrici di montaggio (quando richiesti) e consente la massima semplicità nella realizzazione dei circuiti;

3) rende possibile l'esecuzione diretta del "cablaggio" senza particolari difficoltà;

4) semplifica la definizione della formazione dei cavi necessari ai collegamenti fuori quadro;

5) rende più agevole il controllo dei circuiti in sede di collaudo e facilita la individuazione di errori e la loro correzione;

6) consente di verificare in opera e con metodo l'intervento dei diversi organi e di rilevare le eventuali deficenze od incompatibilità funzionali;

7) permette una pronta ricerca ed eliminazione dei guasti durante l'esercizio degli impianti.

Particolari accorgimenti grafici per l'uso pratico.

Le operazioni relative ai punti 5, 6, 7, precedentemente illustrate, possono essere ulteriormente agevolate completando lo schema funzionale con alcune indicazioni che costituiscono lo specchio della realizzazione pratica del circuito. Si tratta di un sistema normalmente applicato negli schemi dei circuiti a correnti deboli che sono però di aspetto alquanto diverso da quello degli schemi per impianti di energia che stiamo trattando. Si deve, in sostanza, indicare in ogni circuito l'effettivo percorso del conduttore precisando il numero del morsetto e la sigla del pannello in cui il circuito ha origine, indicare per ciascun tratto la sigla

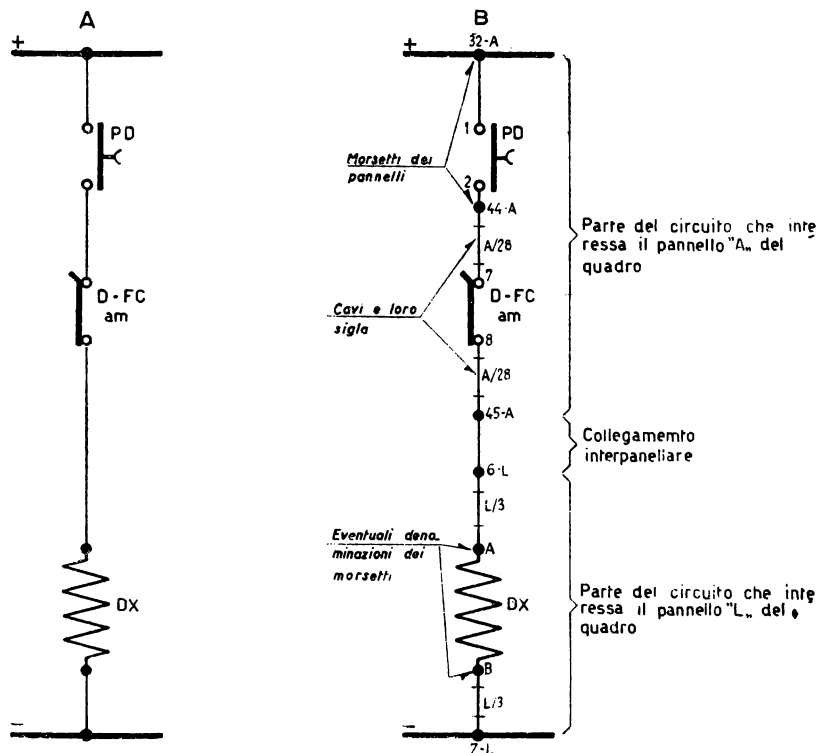



Fig. 15 - Esempio di indicazioni relative alla realizzazione pratica dei circuiti.

In « A » lo schema funzionale di un qualunque circuito redatto nella forma consueta.

In « B » l'identico schema con le indicazioni riguardanti la effettiva realizzazione del circuito che si nterpreta come segue:

« Dal morsetto 32 del pannello A si và al morsetto 1 del pulsante aperto PD; si esce da 2 e si giunge al morsetto 44 dello stesso pannello A dove si entra in un conduttore del cavo A/28 per collegarsi col morsetto 7 del fine corsa D-FC-am (contatto chiuso); dal morsetto 8 di detto fine corsa, con altro conduttore del cavo A/28, si torna al pannello A morsetto 45.

Con collegamento interpannellare si passa dal pannello A al pannello L morsetto 6; di qui, con cavo L/3, si và al morsetto A della bobina DX; si esce da B con altro conduttore del cavo L/3 si torna al pannello L morsetto 7 dove il circuito si completa ».

del cavo interessato, il morsetto dell'apparecchio a cui fa capo ogni conduttore e così via fino a giungere all'altro punto di polarità ove il circuito si completa.

Un modo di segnare tali indicazioni è precisato nell'esempio della fig. 15 (pag. 35) che pone a confronto un generico schema funzionale abituale con quello analogo completo delle indicazioni di cui sopra. La didascalia in calce alla figura precisa le informazioni che si possono ottenere da uno schema così

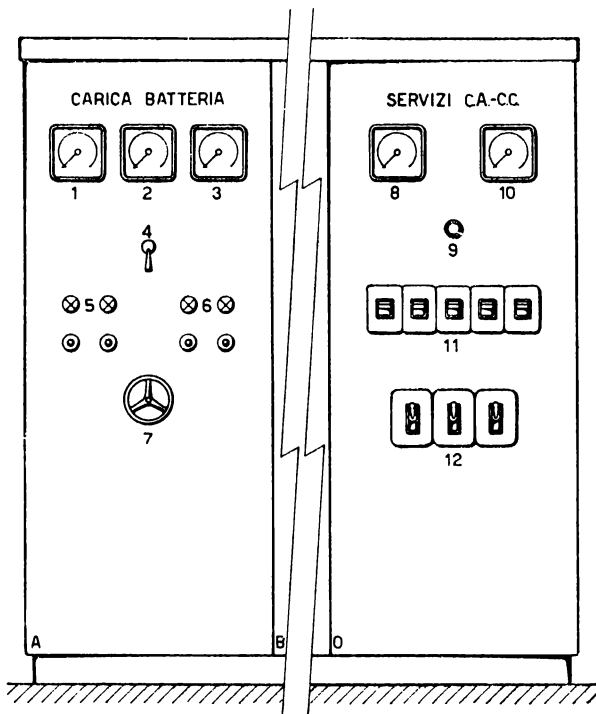



Fig. 16 - Pannelli del quadro di comando e controllo a distanza di un gruppo motore-dinamo.

Riferimenti: Pannello A: « Carica batteria »

1 - Amperometro carica batteria
2 - Voltmetro c.c.
3 - Amperometro c.c.
4 - Deviatore del voltmetro pos. 2
5 - Pulsanti e lampadine di segnalazione per teleruttore del motore a corrente alternata
6 - idem per la dinamo
7 - Reostato di eccitazione della dinamo

Pannello O: « Servizi c.a. - c.c.»

8 - Voltmetro a c.a.
9 - Commutatore del voltmetro pos. 8
10 - Amperometro a c.a.
11 - Interruttori distribuzione c.c.
12 - Interruttori distribuzione c.a.

compilato. Non sfuggirà certo l'importanza di avere a disposizione uno schema di tale natura quando si debbano compiere le operazioni 5, 6, 7, citate a pag. 34.

Per giungere abitualmente a questo risultato occorre un tantino di quella particolare organizzazione omogenea alla quale abbiamo già accennato all'inizio di questo capitolo.

Il completamento degli schemi funzionali con le indicazioni suddette, natu-

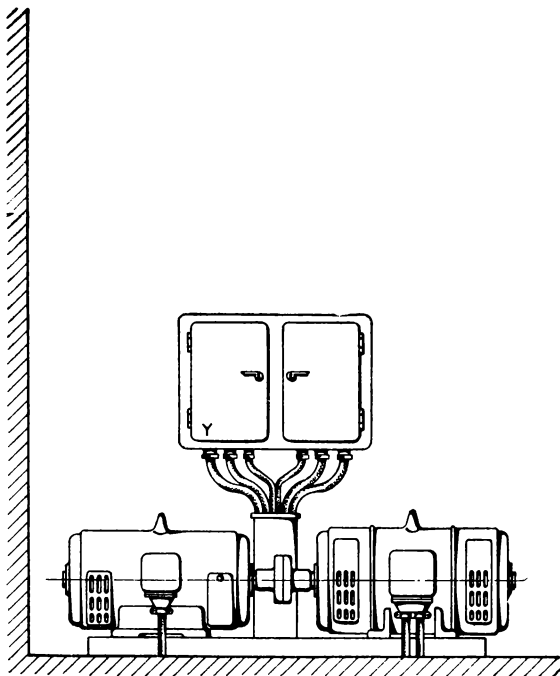



Fig. 17 - Gruppo motore-dinamo. Nel gruppo la dinamo è la macchina di destra.
Y = cassetta con teleruttori di comando motore c.a. e parallelo dinamo.

ralmente si può fare soltanto dopo aver ultimato gli schemi di montaggio dei pannelli del quadro e dei collegamenti fuori quadro.

Pertanto all'inizio del lavoro di studio si dovrà tracciare un primo schema « di principio » (cioè il vero e proprio schema funzionale), usarlo per gli sviluppi già precisati, ed infine, dopo aver eseguito gli schemi di montaggio dei pannelli e dei collegamenti fuori quadro, riprenderlo, correggere il tracciato dei circuiti per renderli aderenti alla realtà costruttiva, e completarli con le indicazioni che si possono ricavare solamente dagli altri schemi.

Giova anche richiamare l'attenzione sull'importanza degli accorgimenti che

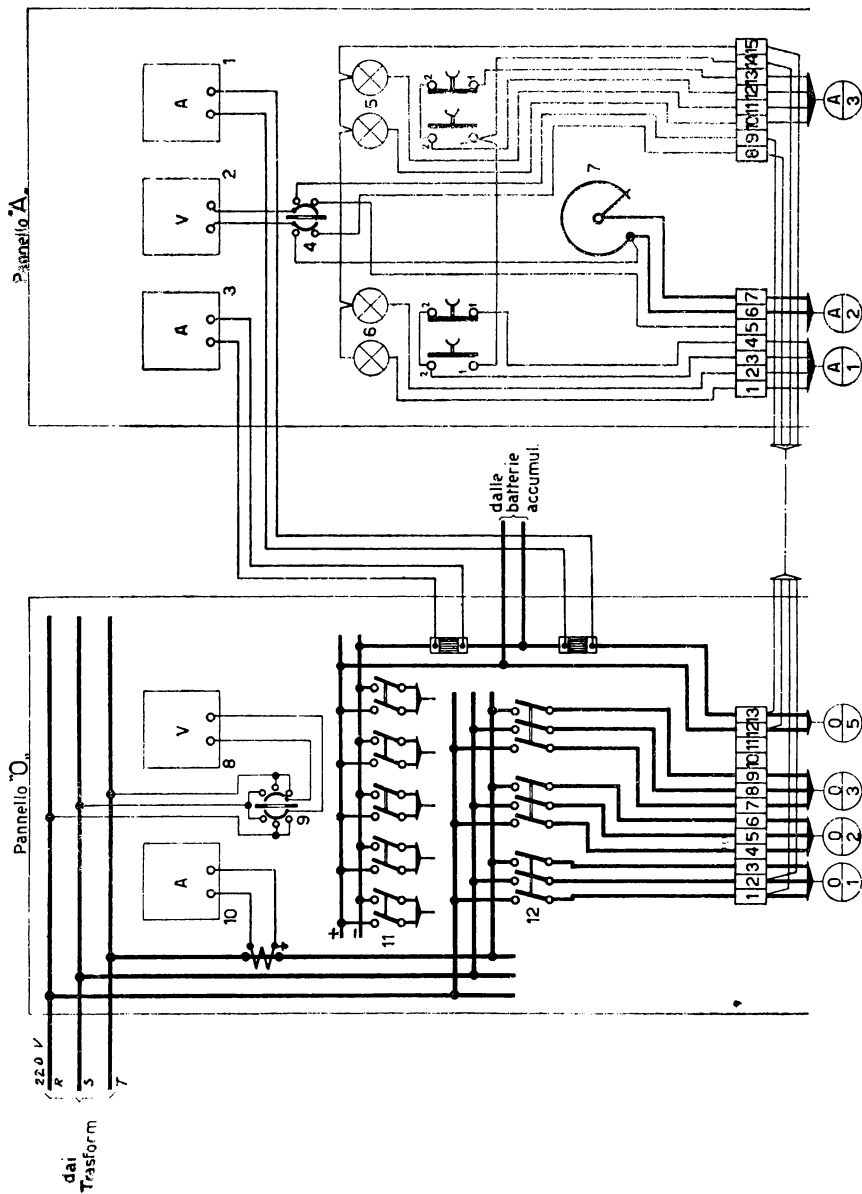



Fig. 18 - Vista posteriore dei pannelli « A » ed « O » della fig. 16.

I riferimenti sono gli stessi della fig. 16. La successione dei pannelli è ovviamente invertita perchè in questo caso l'osservatore si trova a guardare il quadro dalla parte opposta a quella precedente.

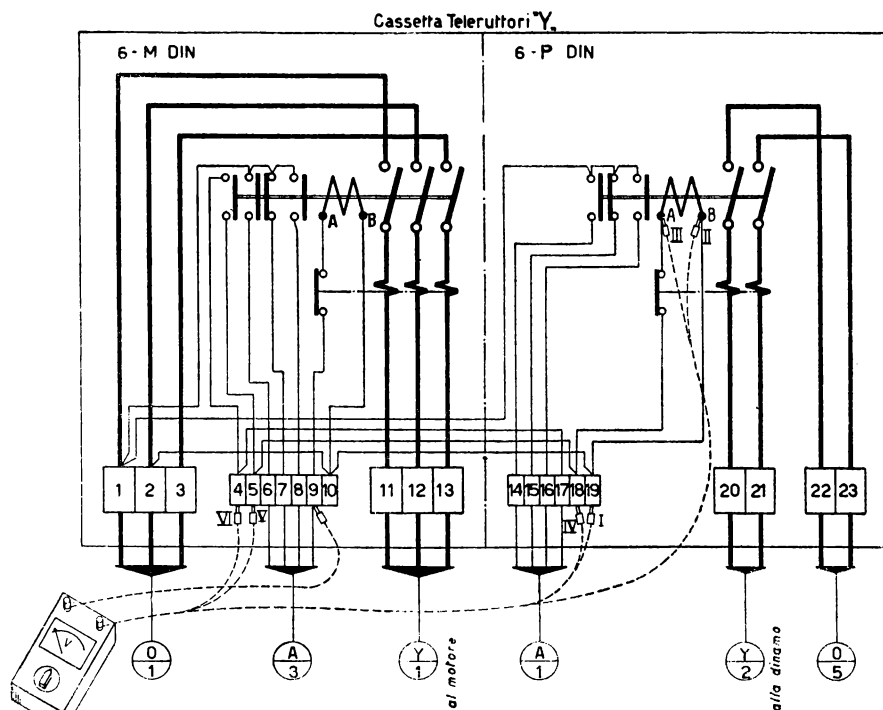



Fig. 19 - Vista dei collegamenti della cassetta di teleruttori « Y ».
Lo strumento portatile e le singole sue connessioni sono in relazione a quanto è possibile rilevare dall'esame della fig. 21 per il controllo del circuito « comando parallelo».

si stanno illustrando nello studio e realizzazione di eventuali varianti ai circuiti. In uno schema funzionale completo delle indicazioni suddette è possibile definire le varianti sia dal punto di vista concettuale che da quello della realizzazione pratica per riportarle senza difficoltà nei corrispondenti schemi di montaggio con la certezza di un risultato positivo.

E' indubbio che gli utenti di grosso od importante macchinario dotato di apparecchiature complesse o di macchine operatrici funzionanti nell'ambito di un ciclo produttivo in serie o di particolare importanza singola, avrebbero tutto l'interesse di avere a disposizione gli schemi funzionali redatti in questa particolare forma, specialmente per la necessità di ridurre al minimo i tempi morti per la ricerca e la eliminazione dei guasti.

A questo proposito voglia il lettore considerare l'esempio che segue che si riferisce ad un semplice impianto completo (vedere figg. 16 ÷ 21 a pagg. 36 ÷ 43).

Si tratta della installazione relativa ad un gruppo motore-dinamo per carica di una batteria di accumulatori con avviamento, parallelo e controllo a mezzo di comandi e strumenti disposti sul pannello *A* del quadro generale. Dal pannello *O* dello stesso quadro destinato ai servizi partono i cavi a corrente alternata di

alimentazione del motore e a corrente continua per il collegamento della batteria con la dinamo.

La sistemazione degli strumenti, comandi e segnalazioni nei pannelli sia quella di fig. 16, mentre in altro locale si suppone installato il gruppo motore-dinamo con la cassetta *Y* contenente i teleruttori di alimentazione del motore e di parallelo della dinamo (fig. 17).

I collegamenti dei pannelli del quadro sono rappresentati nella fig. 18 mentre quelli della cassetta dei teleruttori sono indicati nella fig. 19. Naturalmente si considera una buona esecuzione con morsettiere numerate e cavi con la sigla del pannello dal quale hanno origine e relativa numerazione progressiva.

Il circuito in esame può sembrare che richieda un eccessivo corredo grafico per la sua realizzazione; occorre naturalmente tenere presente che trattasi di un esempio e come tale, dovendo soddisfare a più contrastanti condizioni, è stato necessario scegliere un circuito che consentisse lo sviluppo completo in poche figure di facile consultazione.

Di particolare interesse per quanto si vuol mettere in evidenza è naturalmente il confronto tra gli schemi funzionali delle figg. 20 e 21 a pagine 42 ÷ 43.

Il primo rappresenta lo schema del circuito di comando, parallelo, segnalazione e regolazione in forma funzionale consueta; in ordine di tempo è il primo da tracciare per lo studio dei circuiti.

Il secondo rappresenta l'identico schema con le indicazioni ricavate dall'effettivo percorso dei diversi conduttori ed è l'ultimo ad essere compilato per le già citate evidenti ragioni di necessità.

Ora supponga il lettore di avere a disposizione lo schema della fig. 21 e debba trovare il guasto che, malgrado la pressione sul pulsante *PC-PAR*, impedisce al teleruttore *6 P DIN* di chiudersi ed effettuare il parallelo benchè il gruppo sia regolarmente in marcia e nelle condizioni adatte per eseguirlo.

Si deve evidentemente controllare il circuito « comando parallelo » e quindi, solo schema e voltmetro alla mano, con gruppo in moto (perciò nelle condizioni in cui il teleruttore *6 P DIN* dovrebbe chiudersi premendo il pulsante *PC PAR*) si apre la cassetta « *Y* » e dopo aver verificato che il relè di massima corrente non è scattato, si controlla la presenza di tensione tra i morsetti 9 (fase *R* perchè *6 M DIN* alimentato) e 19; poi successivamente con *B*; *A* (fase *S* di ritorno attraverso la bobina *6 P DIN*); *18*; *5*; trovando sempre la giusta tensione.

Controllando ancora tra i morsetti *9* e *4* benchè il contatto *6 M DIN* sia chiuso (teleruttore *6 M DIN* chiuso e gruppo in marcia), il voltmetro non segnala presenza di tensione. Evidentemente il contatto *6 M DIN* è solo *apparentemente chiuso* a causa, per esempio, di una ossidazione occasionale. Fermato il gruppo e ripulito il contatto non v'è dubbio che tutto tornerà a funzionare regolarmente.

L'operazione si è limitata quindi alla lettura dello schema ed alle indicazioni di uno strumento nelle diverse posizioni indicate a tratteggio nelle figure 19 e 21. Dalle stesse figure si può rilevare come sullo schema funzionale sia possibile *pensare* il modo di fare il controllo e ricavare le necessarie indicazioni per poter facilmente eseguire le ricerche sui circuiti interessati con estrema tranquillità e sicurezza.

Ad ulteriore conferma dei pregi dello schema completo di riferimenti, segnaliamo che è stato possibile con tale mezzo « *dettare* » telefonicamente al personale i controlli che dovevano essere eseguiti in un certo impianto per trovare le cause dell'irregolare funzionamento di una importante apparecchiatura che costringeva all'inoperosità generale. La ricerca ebbe in breve buon esito pur disponendo in luogo, per circostanze occasionali, di personale con preparazione insufficiente.

Sempre a mezzo telefono fu inoltre possibile impartire precise disposizioni per la realizzazione di un circuito provvisorio col risultato di una pronta ripresa del servizio.

* * *

Oltre a quello accennato altri metodi sono adottati per la indicazione della reale situazione dei circuiti e accorgimenti particolari sono previsti per precisare la dotazione di contatti dei relè e se gli stessi sono disponibili o già impegnati.

Lo schema funzionale moderno è ricco di sigle, precisazioni e indicazioni varie allo scopo di fornire il massimo numero di notizie riguardanti i circuiti e la loro realizzazione.

Tutto viene eseguito senza particolare fatica, ma solo con l'applicazione di un metodo tendente ad agevolare la compilazione dello schema, la sua realizzazione pratica e la conduzione degli impianti.

Il lettore potrà chiedersi per quale ragione i complementi che consentono simili allettanti prospettive non trovino nella pratica corrente una generale adozione. Purtroppo le ragioni sono molte e vanno dalla scarsa dimestichezza attuale di tecnici ed operai con lo schema funzionale, all'essere poco noti, ed al desiderio o necessità da parte delle ditte fornitrici di impianti di contenere i costi limitando la compilazione degli schemi a quelli strettamente necessari al personale per la realizzazione delle connessioni.

Sono purtroppo numerose le ditte che consentono al proprio personale di interpretare le necessità del cliente ed adattare sul posto circuiti ed apparecchiature senza preoccuparsi poi del necessario aggiornamento degli schemi. Non occorre dimenticare, come già precisato, che per giungere a fornire al cliente schemi completi come quelli di cui ci stiamo occupando, occorre una organizzazione omogenea dei diversi uffici e reparti che insieme devono provvedere a dare l'impianto funzionante.

E' pure ovvio precisare che non è sempre il caso di compilare gli schemi con tutti i dettagli indicati in quanto esiste un limite inferiore di convenienza tanto più che da parte di certi clienti un simile lavoro non è sempre apprezzato prontamente al suo vero valore. Purtroppo spesso, il cliente preferisce spendere in trascurabili e discutibili abbellimenti estetici assai più di quanto gli costerebbe l'esigere dal fornitore schemi completi e dettagliati che sono in genere dei veri e propri elementi positivi di reddito.

Nel volgere a concludere si può quindi affermare che oltre ai vantaggi offerti dallo schema funzionale ai tecnici progettisti e ai disegnatori, altri e non meno importanti sono riservati a coloro che devono realizzare, installare, far funzionare e mantenere in efficienza i complessi che lo schema rappresenta permettendo loro di « lavorare meglio, più presto e con minor fatica » secondo lo slogan già altra volta citato.

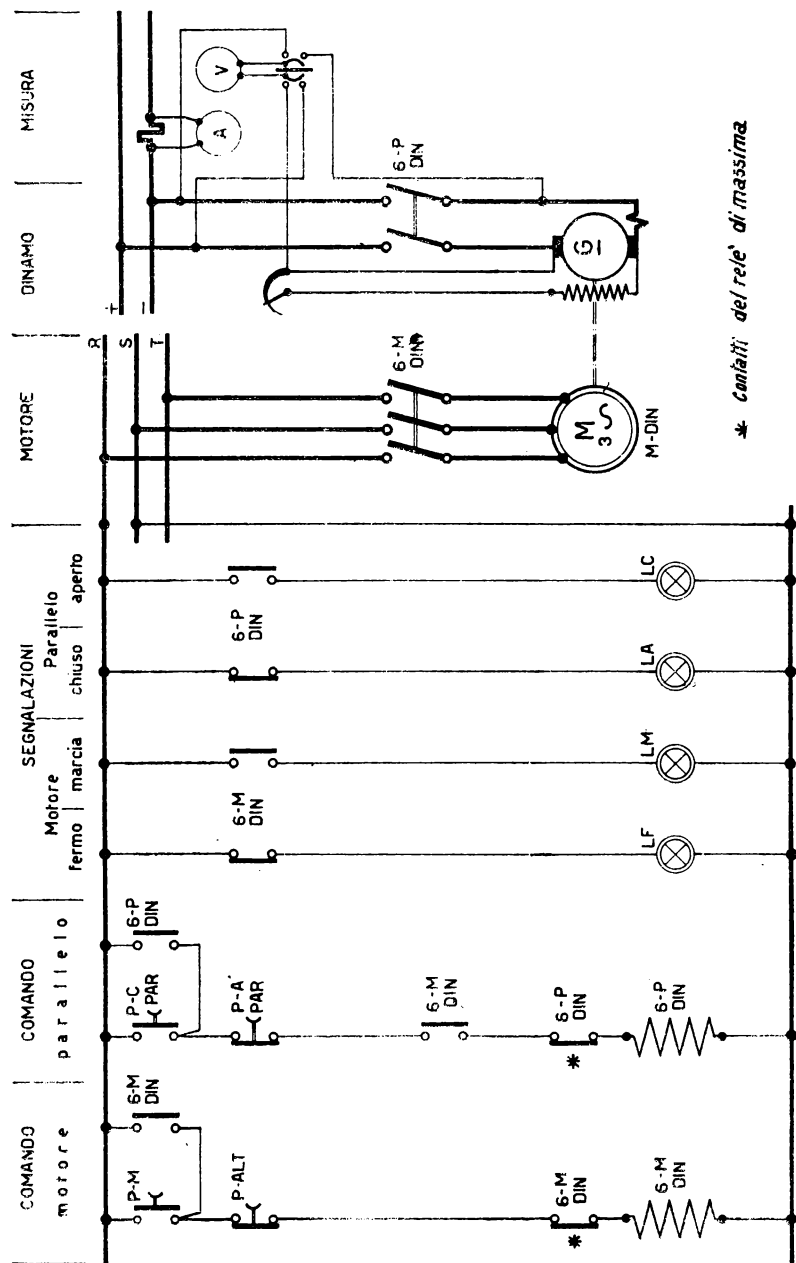



Fig. 20 - Schema funzionale dei circuiti di comando, parallelo e segnalazione del gruppo motore-dinamo.
Lo schema è redatto nella forma consueta ed è quello che il tecnico dovrebbe tracciare per primo allo scopo di definire i diversi circuiti.

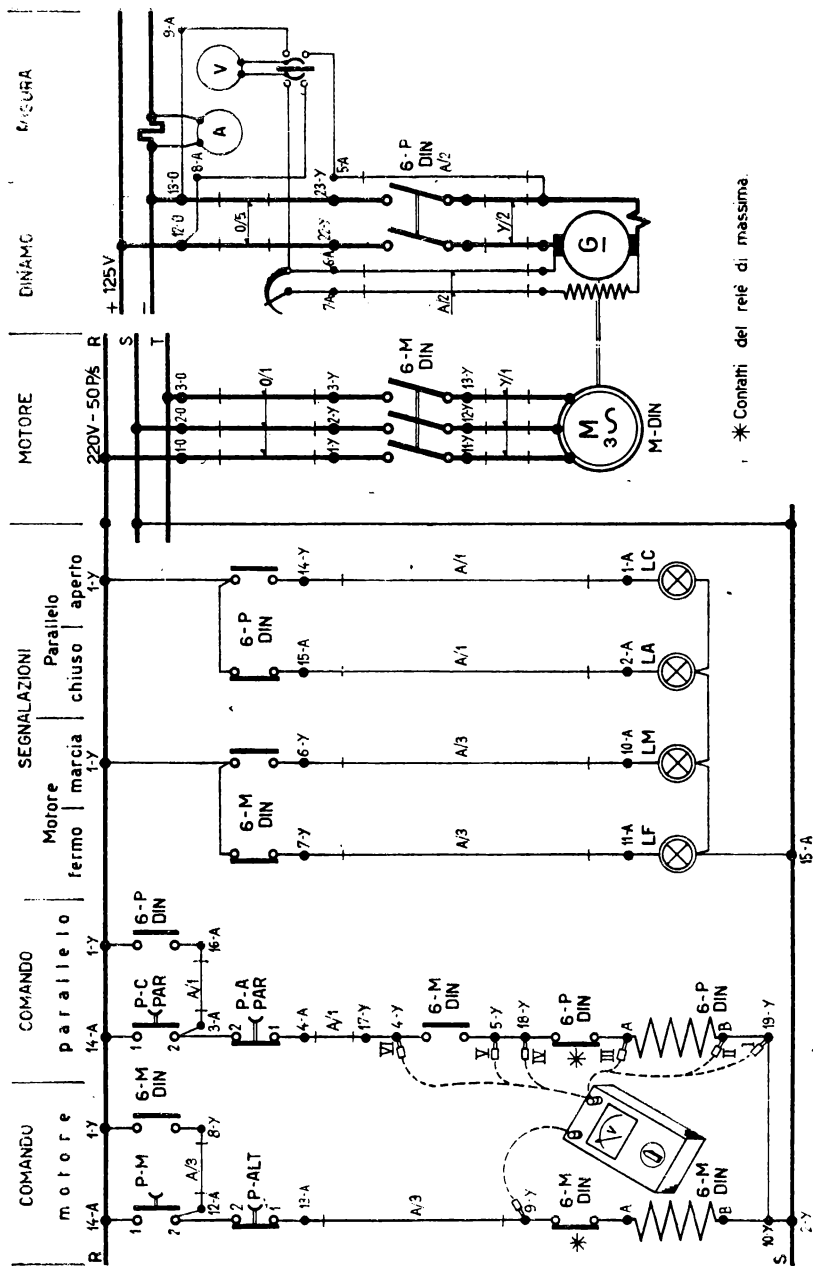



Fig. 21 - Schema della figura precedente completo delle indicazioni relative alla realizzazione dei circuiti.

Lo strumento portatile e la indicazione delle successive sue connessioni hanno riferimento con la fig. 19 per il controllo della efficienza del circuito « comando parallelo ». (Vedasi, per maggiori chiarimenti circa le indicazioni riportate sullo schema, quanto è stato precisato nella fig. 15 a pag. 35).

CAPITOLO VII.

CONSIGLI PER UNA CORRETTA ESECUZIONE GRAFICA DEGLI SCHEMI FUNZIONALI

Ci siamo prefissi di parlare dello schema funzionale in forma industriale e riteniamo di non avere mancato all'impegno assunto. Per completare le considerazioni fin qui svolte, occorre esaminare la parte prettamente *grafica* dello schema per la sua non trascurabile importanza pratica.

Dato che lo schema funzionale è quasi totalmente simbolico e soggetto alle ormai note convenzioni, esso può essere tracciato in diversi modi secondo il criterio del compilatore, con risultati certamente poco confortanti per la chiarezza di interpretazione.

Intendiamo in particolare riferirci alla disposizione degli organi che compaiono nei circuiti e alle loro dimensioni reciproche, al formato dei fogli e alla presentazione dello schema nel suo complesso, elementi tutti che devono forzatamente tendere ad una normalizzazione per i numerosi vantaggi che da essa derivano. Inoltre lo schema funzionale ha bisogno di numerose indicazioni manoscritte, eventuali tabelle di riferimenti, ecc. di pronta consultazione da parte di chi deve interpretare lo schema. Occorre che chi intende occuparsi di tale forma di rappresentazione dei circuiti elettrici conosca queste necessità ed il modo di farvi fronte.

Sintetizzando esperienze di carattere industriale e raccogliendo elementi dall'orientamento generale, condensiamo in questo capitolo una serie di *consigli* che potranno essere utilmente applicati per un più pronto risultato apprezzabile.

Se alcune considerazioni potranno a prima vista sembrare ovvie ed estremamente didattiche, si tenga presente che intendiamo rivolgerci anche a persone (studenti, disegnatori, ecc.) che in genere sono in periodo *formativo* dal punto di vista professionale. Specialmente in questi casi, i consigli sono intesi a dare allo schema l'aspetto tipico di una buona esecuzione industriale.

Il formato dei fogli.

Schemi funzionali di circuiti appena un po' complessi richiedono una notevole estensione del foglio per contenere la numerosa successione dei circuiti.

Consigliamo in ogni caso l'impiego del formato *UNI n A 4* che in molte piegature successive può ordinatamente contenere gli schemi più complicati per i quali, a volte, occorrono fogli di parecchi metri di lunghezza. Le dimensioni dei fogli sono indicate nella fig. 22.

Il formato suddetto consente di raccogliere lo schema in un fascicolo di agevole consultazione che rende ancora più apprezzabile la sua praticità di impiego. Quando è possibile, il disegnatore avveduto farà in modo che le piegature

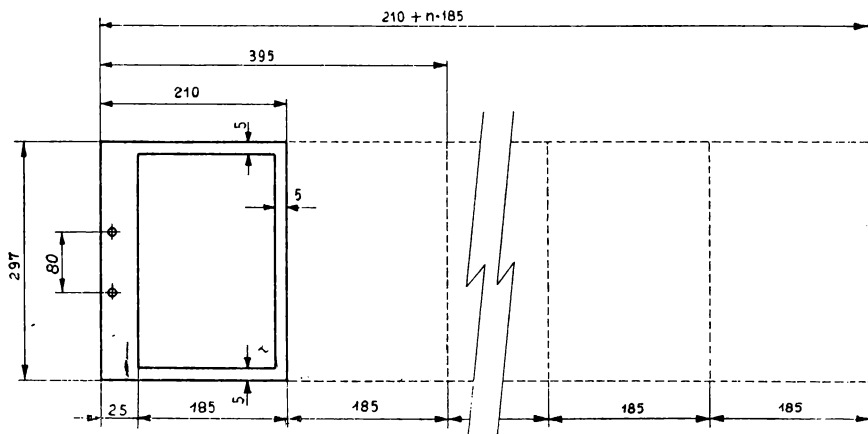



Fig. 22 - Formato dei fogli consigliato per solo schema funzionale.

siano conciliate con i circuiti rappresentati, cosicchè in una facciata, semplice o doppia, si possa consultare un elemento dello schema completo in ogni sua parte.

Il formato *UNI n A 4*, quando sia necessario, può essere dotato di una cartellina che migliora la presentazione e può anche contenere la eventuale descrizione di funzionamento e l'elenco dei riferimenti delle sigle. Ciò naturalmente quando tale aggiunta sia consigliata dalla estensione dell'impianto e dalla convenienza di avere sotto mano un complesso organico per una pronta consultazione. In tale caso l'insieme si presenta come indicato nella fig. 23 (pag. 46).

Quando particolari necessità di rappresentazione grafica, come ad esempio quella di indicare in un solo foglio lo schema tecnologico di un complesso e lo schema funzionale dei suoi elementi elettrici, consigli l'adozione di altri formati, si raccomanda di fare in modo che lo schema funzionale appaia in una sola facciata del foglio piegato come è precisato nella fig. 24 (pag. 46), sempre per le note ragioni di rendere più agevole la consultazione.

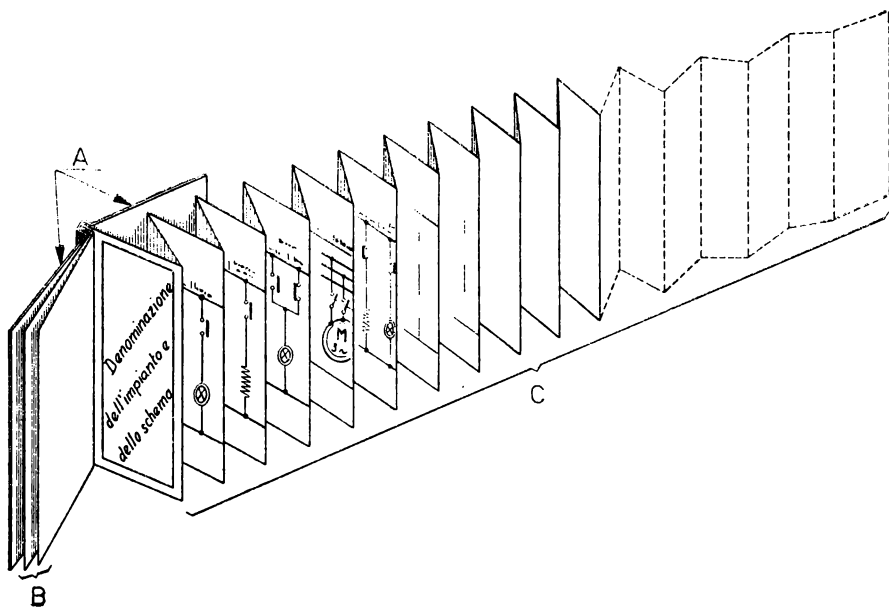



Fig. 23 - Come disporre uno schema nella cartellina.

A - Cartellina
B - Eventuale descrizione tecnica
C - Schema in formato UNI nA4 piegato a libro.

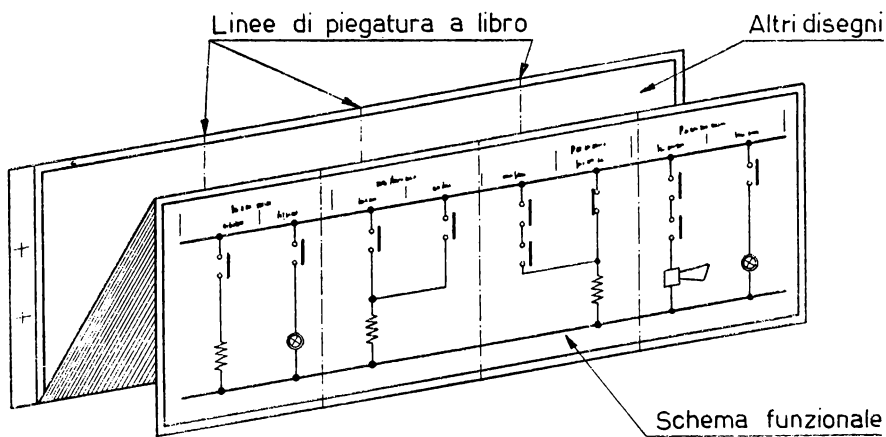
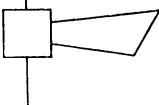



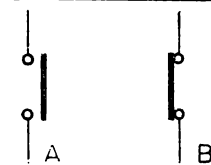
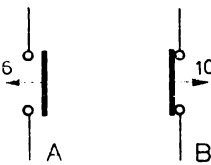
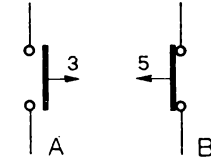
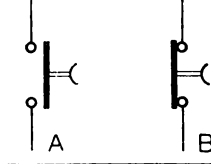
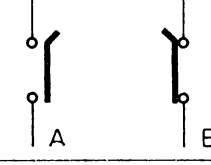
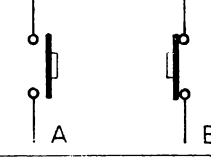
Fig. 24 - Come disporre lo schema funzionale insieme ad altri disegni.

I segni grafici abituali.

E' già stato precisato che gli schemi funzionali per impianti di energia devono essere tracciati usando i segni grafici stabiliti dalle Norme CEI (1). In particolare, poichè gli schemi si riferiscono generalmente a circuiti di comando e controllo, sono di largo uso quelli relativi alle bobine dei relè, ai contatti ausiliari e alle lampadine di segnalazione.

Per comodità dei lettori tali segni sono riprodotti nelle figure 25 ÷ 34 (pag. 47 ÷ 48).

La loro rappresentazione grafica non richiede spiegazioni, salvo la raccomandazione di segnare i contatti aperti a destra e decisamente staccati dalla riga di circuito e quelli chiusi a sinistra e a contatto dei cerchietti terminali della riga di circuito.

Un maggior spessore del tratto che rappresenta i contatti (almeno tre volte), li farà chiaramente risaltare nell'insieme dei circuiti come appare dai numerosi esempi contenuti nelle illustrazioni.

Qualche considerazione meritano invece i contatti ritardati che si prestano a diverse inesattezze.

Le figure 29 ÷ 30 riepilogano tutti i casi pratici; comunque è bene ricordare che la freccia indica il *senso del movimento ritardato e il numero sovrastante il ritardo al cambiamento della posizione.*

Tale ritardo è sempre riferito all'istante di eccitazione (oppure di diseccitazione) della bobina se il contatto appartiene ad un relè e in modo più generale, all'istante in cui mutano le condizioni che devono determinare il movimento del contatto.

Quando nello schema si devono indicare commutatori del tipo « a pacchetto »,

Fig. 25 - Segno per bobine di apparecchi di manovra.
Serve per rappresentare bobine di relè, teleruttori, ecc. Le dimensioni del segno devono essere sempre le medesime salvo quando si debba porre in evidenza la funzione di potenza. In questo caso occorre aumentare lo spessore della riga.
(Molte ditte impiegano un segno non normalizzato costituito da un cerchio all'interno del quale viene scritta la sigla distintiva dell'apparecchio).

Fig. 26 - Segno per lampadine di segnalazione.
Il segno deve essere completato, oltre che dalla sigla, anche con la indicazione del colore della coppetta di segnalazione e cioè:
b = bianca; r = rossa; v = verde; g = gialla.

Fig. 27 - Segno per segnalazione acustica.
Si impiega tanto per trombe come per suonerie di qualunque genere. Nel caso di più segnali occorre distinguere i segni con un numero progressivo.

(1) Fasc. N° 86: *Segni grafici per impianti di energia.*

Fig. 28 - Segni per contatti istantanei.

Si riferiscono a contatti di relè ausiliari e di apparecchi diversi operatori o di controllo nei circuiti di comando.

A - Contatto in chiusura.
B - Contatto in apertura.

Fig. 29 - Segni per contatti ritardati in chiusura.

La freccia caratterizza il senso del movimento ritardato e il numero il ritardo alla chiusura in secondi.

A - Contatto con chiusura ritardata di 6 secondi e apertura istantanea.
B - Contatto con apertura istantanea e chiusura ritardata di 10 secondi.

Fig. 30 - Segni per contatti ritardati in apertura.

La freccia caratterizza il senso del movimento ritardato e il numero il ritardo all'apertura in secondi.

A - Contatto con chiusura istantanea e apertura ritardata di 3 secondi.
B - Contatto con apertura ritardata di 5 secondi e chiusura istantanea.

Fig. 31 - Segni per contatti a pulsante con ritorno a molla.

Allorchè un solo pulsante è dotato di più contatti il segno deve essere ripetuto tante volte quanti sono i contatti attribuendo la medesima sigla

A - Pulsante in chiusura.
B - Pulsante in apertura.

Fig. 32 - Segni per contatti di fine corsa.

Servono per indicare contatti di posizione limite di organi diversi. Occorre molta attenzione nella attribuzione dei complementi delle sigle per assicurare la chiara intelligibilità del funzionamento. (Vedere chiarimenti a pag. 82).

A - Contatto fine corsa in chiusura.
B - Contatto fine corsa in apertura.

Fig. 33 - Segni per contatti di combinatore.

Servono per indicare contatti di controller azionati a mano o a mezzo di elettromagneti. In questo ultimo caso devono avere effettiva funzione di combinatori.

A - Contatto in chiusura.
B - Contatto in apertura.

Fig. 34 - Segni per contatti speciali.

I due segni rappresentano contatti con funzionamento particolare che sovente ricorrono nella pratica.

A - Contatto in chiusura con bobina di ritenuta.
B - Contatto con chiusura automatica e riapertura a mano.

che di regola possono assumere quattro posizioni con possibilità di molte combinazioni, la rappresentazione può utilmente essere effettuata con un segno non contemplato dalle Norme, ma molto espressivo se riferito alla effettiva consistenza e funzionamento dell'apparecchio.

Come appare nella fig. 35 non vi sono incertezze nella interpretazione dello schema degli elementi interni in relazione alla consistenza dell'apparecchio e al suo principio di funzionamento.

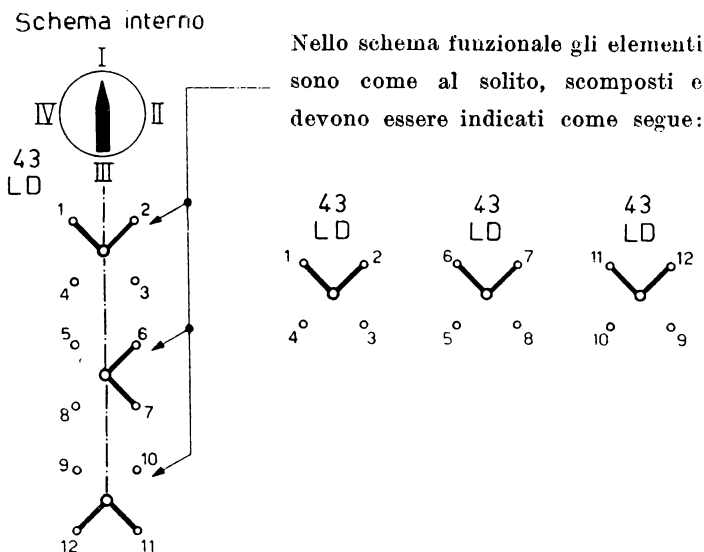



Fig. 35 - Modo di indicare i commutatori a pacchetto.

Allorchè occorra indicare negli schemi funzionali complessi caratteristici, come ad esempio i regolatori automatici di tensione, che devono mantenere un preciso riferimento agli elementi costruttivi, occorre rappresentarli in modo semplificato che ponga in evidenza la loro caratteristica funzionale come appare nell'esempio fuori testo posto al fondo del volume.

In ogni caso, se si ha ragione di ritenere che l'interpretazione di un certo segno, sia per la natura dell'apparecchio che per il suo funzionamento, dia luogo a qualche difficoltà, è necessario precisare con un richiamo ed una nota gli elementi suddetti perchè nell'esame dello schema funzionale non vi devono essere incertezze derivanti da queste cause.

Giova fare osservare come in tutti gli esempi riprodotti siano stati usati, come prescritto, i segni grafici del CEI per impianti di energia.

Qualcuno, per certi segni, usa ancora il sistema americano nella esecuzione degli schemi funzionali e se ciò poteva essere anche logico quando lo schema non era ancora normalizzato dal CEI, è oggi vivamente auspicabile

che tutti si attengano alle Norme ufficiali in vigore per i benefici che da esse derivano.

Le differenze più importanti tra i segni principali riguardano la rappresentazione dei contatti che avviene nel modo indicato nell'esempio della figura 36 mentre la figura 37 (pag. 51) offre il confronto nell'aspetto dello schema funzionale di uno stesso circuito eseguito il primo con i segni normalizzati ed il secondo con il metodo più sopra citato.

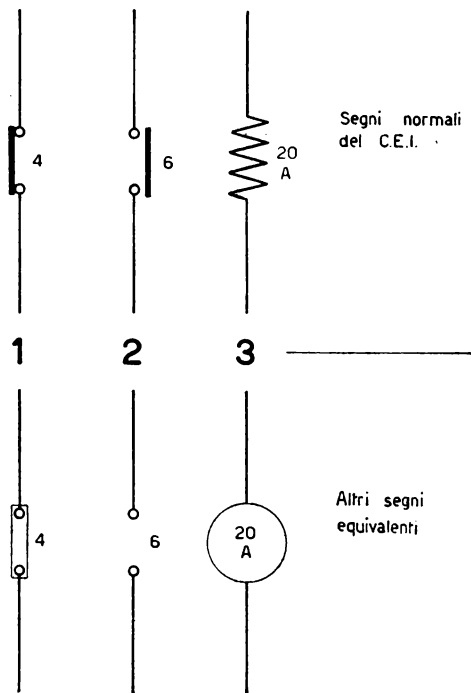



Fig. 36 - Confronto tra segni normalizzati ed altri ancora in uso.

1 - Contatto chiuso a riposo
2 - Contatto aperto a riposo
3 - Bobina di relè, contattore, ecc.

Si può rilevare come nel secondo schema (*B*), le bobine dei relè, teleruttori, ecc., siano indicate con un cerchio nel quale è precisata la sigla dell'apparecchio. Questo particolare è largamente adottato da diversi tecnici per rendere più spedita la compilazione del funzionale, anche quando per gli altri segni seguono le prescrizioni del CEI.

E' augurabile che in una eventuale futura revisione dei segni grafici sia dal CEI consentito l'uso di questo segno che non genera confusione ed è indubbiamente più semplice e rapido da tracciare che non l'abituale bobina coi suoi molti zig-zag che non tutti i disegnatori sanno eseguire in modo impeccabile ed uniforme.

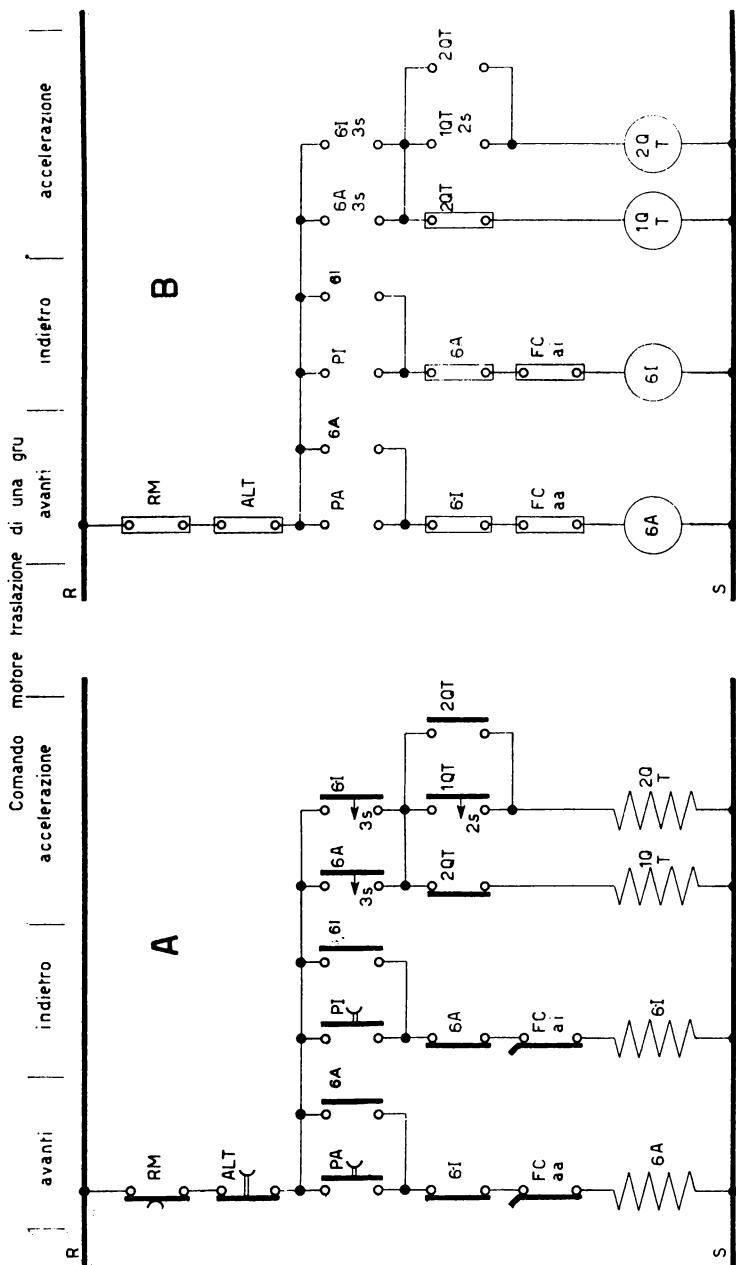



Fig. 37 - Confronto nell'aspetto di uno stesso schema compilato con segni normalizzati (A) e con segni americani (B).

RM - Relè di massima corrente.
PA - Pulsante di marcia avanti.
PI - Pulsante di marcia indietro.
ALT - Pulsante di arresto.
6 A - Contattore di marcia avanti.
6 I - Contattore di marcia indietro.
1 QT - Relè di accelerazione.
2 QT - Relè di accelerazione.
FC aa - Contatto fine corsa marcia avanti.
FC ai - Contatto fine corsa marcia indietro.

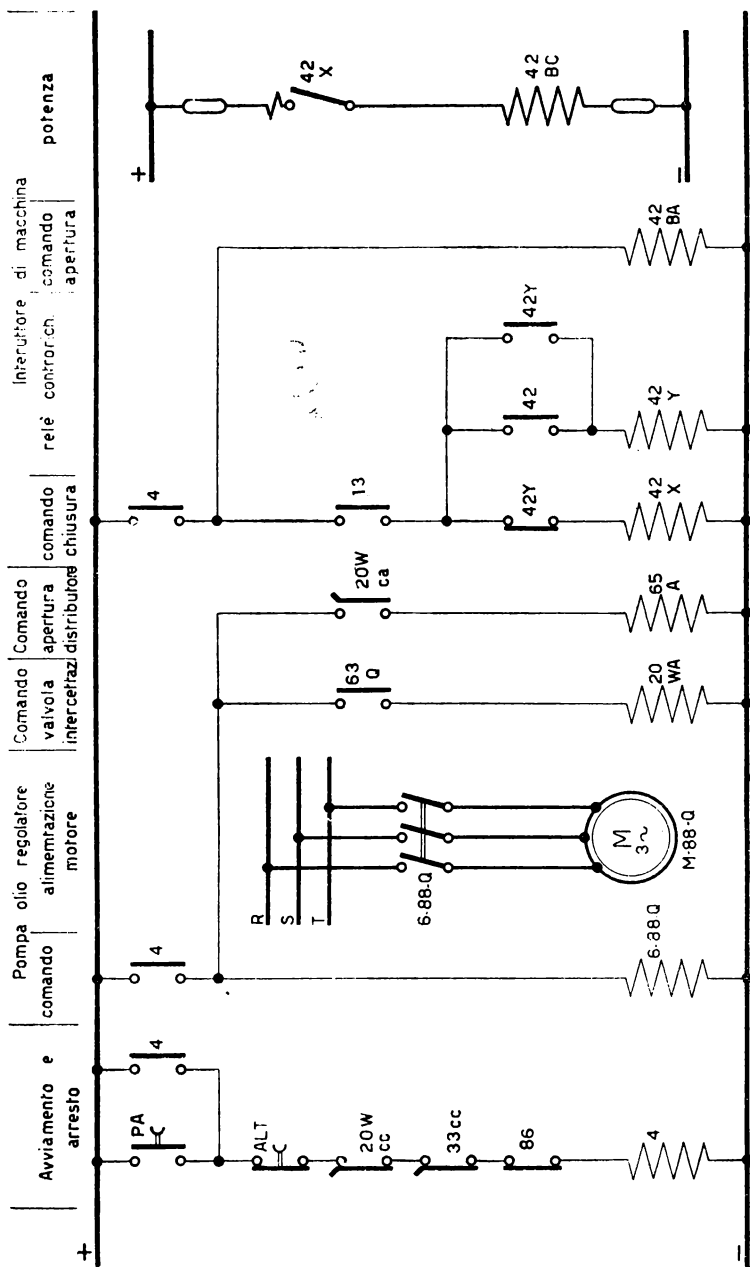



Fig. 38 - Schema dei circuiti semplificati di comando di un gruppo turbina-generatore asincrono con avviamento lato turbina.

La figura rappresenta un circuito semplificato ed incompleto; per seguirlo si tenga presente che le manovre si susseguono come segue: premendo il pulsante PA se quello di arresto ALT è a riposo; la valvola 20 W di adduzione dell'acqua chiusa; il distributore 33 chiuso; il relè di blocco 86 a riposo si eccita il relè 4 che avvia l'elettropompa olio regolatore e predispone per l'aggancio l'interruttore 42. La pressione dell'olio del regolatore fa scattare il pressostato 63 Q alimentando l'elettrovalvola 20 WA che apre la valvola di intercettazione dell'acqua. A completa apertura si eccita l'elettrovalvola 65 A di apertura del distributore e il gruppo inizia la sua rotazione.

E' noto che i generatori asincroni possono essere tranquillamente messi in parallelo ad una velocità prossima a quella di sincronismo: pertanto quando il gruppo accelerando raggiunge tale condizione il rilevatore 13 scatta e chiude l'interruttore 42. Quest'ultimo rimane agganciato dalla bobina 42 BA che può provocare l'apertura per intervento manuale sul pulsante ALT o automaticamente per intervento del relè di blocco 86. In entrambi i casi il gruppo si ferma per diseccitazione del relè 4.

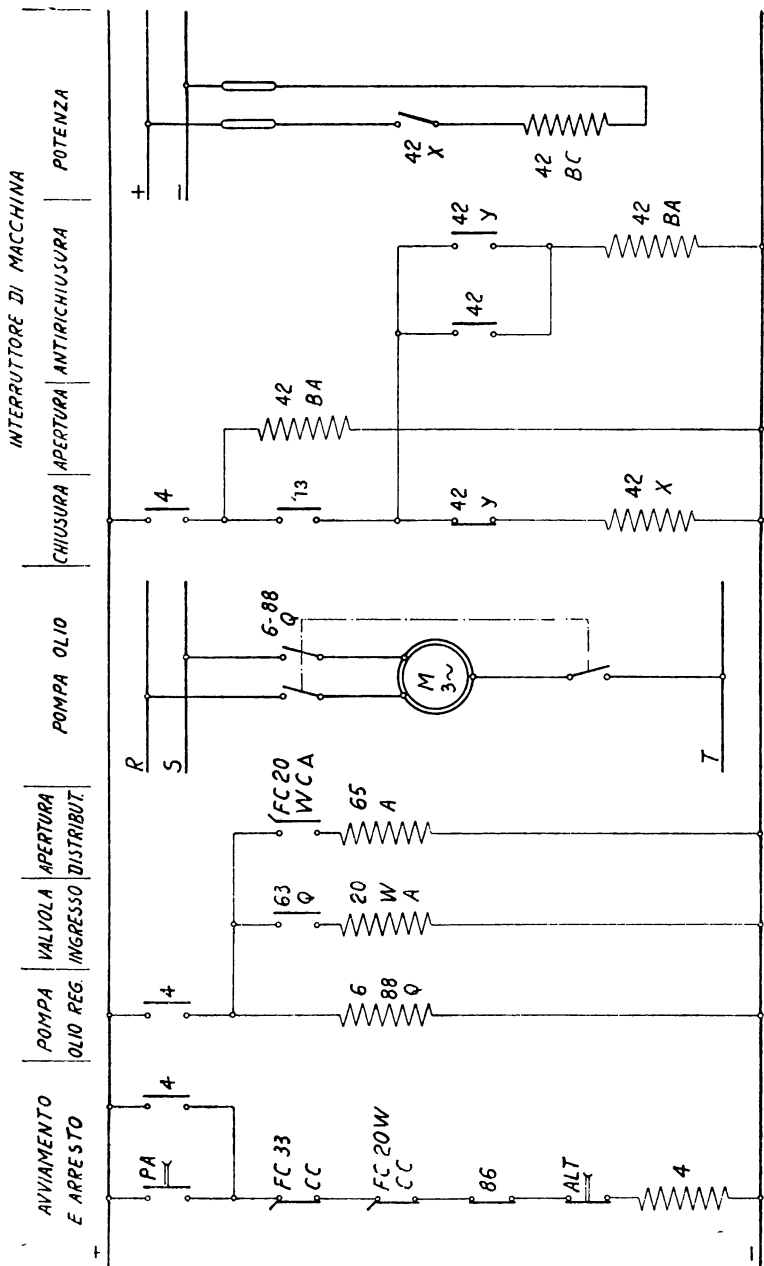



Fig. 39 - Lo schema della fig. 33 eseguito da un disegnatore di minore abilità.

P-A - Pulsante di avviamento
ALT - Pulsante di arresto
20 W cc - Fine corsa valvola acqua; chiuso a valvola chiusa
20 W ca - Idem, ma chiuso a valvola aperta
33 cc - Fine corsa distributore; chiuso a distributore chiuso
86 - Relè di blocco per guasti
4 - Relè principale di comando
6-88 Q - Contattore della pompa olio 88-Q
M-88 Q - Motore della pompa olio 88-Q
63-Q - Rilevatore di pressione olio (pressostato)
20 WA - Elettrovalvola di comando valvola intercettazione acqua
65 A - Elettrovalvola di apertura distributore
13 - Rilevatore di velocità
42 X - Relè ausiliario di chiusura dell'interruttore 42.
42 Y - Relè di controrichiusura dell'interruttore 42
42 BC - Bobina di chiusura dell'interruttore 42
42 BA - Bobina di apertura dell'interruttore 42

Le righe di circuito.

Una tra le più importanti qualità del disegnatore di schemi elettrici è la capacità di rendere lo schema *graficamente selettivo* cosa che ne rende più agevole l'interpretazione.

Per *graficamente selettivo* intendiamo l'individuazione a prima vista dei diversi gruppi di circuiti (potenza, misura tensione, misura corrente, comandi, ecc.) e dei diversi complessi (strumenti di misura, relè di protezione, apparecchi di comando, ecc.).

Negli schemi multifilari le difficoltà non sono trascurabili perchè è anche necessario distribuire uniformemente nel foglio i vari circuiti senza incorrere in spiacevoli addensamenti con risultati negativi riguardo alla facilità di interpretazione. Con la semplicità del tracciato lo schema funzionale agevola il compito del disegnatore togliendo la preoccupazione degli addensamenti; l'assenza dei circuiti di misura e dei relativi strumenti nonchè delle alimentazioni della parte sensibile dei relè di protezione (che come è noto sono oggetto di altri schemi) rende ancora meno impegnativa la fatica del disegnatore per ottenere uno schema graficamente ineccepibile.

Malgrado queste semplificazioni non è facile raggiungere prontamente un buon risultato come è possibile rilevare confrontando gli schemi delle figure 38 e 39 (pagg. 52 ÷ 53) che rappresentano uno stesso circuito tracciato da disegnatori di diversa abilità.

Anche lo schema funzionale può essere reso graficamente selettivo mediante l'impiego di adatti spessori di riga per i diversi elementi che lo compongono, in pieno ossequio alle situazioni concettuali dei circuiti e in osservanza dei **criteri di dipendenza** degli elementi che concorrono alla composizione dello schema.

Per raggiungere tali scopi lo spessore delle righe orizzontali di alimentazione dovrà essere sensibilmente maggiore di quello dei tratti verticali (concetto di sbarra e derivazione), mentre righe di eventuali circuiti di potenza dovranno avere spessore maggiore di quello dei circuiti pilota. Le righe verticali dovranno essere equidistanti salvo quando si voglia, con un maggior distacco, dare rilievo alla diversa funzione di due gruppi di circuiti. Inoltre la posizione dei segni degli utilizzatori (lampadine, bobine, suonerie, motorini, ecc.) dovrà essere uniforme in tutti i circuiti verticali ed i contatti bene allineati e non disposti in modo qualunque nel circuito.

Questi ultimi accorgimenti, oltre a dare all'insieme un più piacevole aspetto ordinato, rendono più spedita l'esecuzione grafica dello schema funzionale e concorrono alla pronta distinzione tra utilizzatori ed elementi ausiliari.

Riassumendo, possiamo sintetizzare in tre punti le regole precedentemente citate:

— righe orizzontali di alimentazione di spessore maggiore di quelle verticali;

— linee verticali equidistanti fra loro;

— disposizione allineata di tutti i segni di bobine, di contatti, ecc.

La successione dei circuiti.

La caratteristica degli schemi funzionali, cioè lo smembramento degli elementi costitutivi dei complessi rappresentati, offre la possibilità di stabilire a piacere una qualunque successione dei circuiti. E' compito del tecnico avveduto di scegliere tra le svariate disposizioni, quella più idonea per rendere agevole la lettura dello schema.

E' già stato precisato nel Capitolo III che le Norme prescrivono che i circuiti si devono tracciare secondo una successione logica delle manovre. Per un **complesso tipo** tale successione potrebbe essere la seguente:

— circuiti del comando principale;

— circuiti degli eventuali relè ausiliari operatori;

— circuiti operatori intermedi di organi esterni al quadro, ma compresi nella sequenza automatica di avviamento e arresto;

— circuiti degli organi di regolazione del complesso preso nel suo insieme (per esempio, nel caso di un gruppo turbina alternatore il variagiri, il limitatore di carico e la regolazione della tensione);

— circuiti di comando diretto di macchine ed apparecchi connessi con il funzionamento dell'intero complesso;

— circuiti degli apparecchi di protezione suddivisi a loro volta in protezioni con solo allarme, con scatto e con blocco;

— circuiti degli elementi segnalatori di scatto e allarme.

Circuiti delle apparecchiature ausiliarie dell'insieme potranno trovare posto in uno schema separato oppure nello stesso schema, ma tutti prima, oppure tutti dopo, i circuiti relativi al complesso principale.

Nella esecuzione delle varie parti è bene inoltre attenersi ad una uniforme successione delle più caratteristiche manovre e relative segnalazioni quando esistono come ad esempio:

Comandi	*Avviamento*	— *Arresto*
	Aumenta	— *Diminuisce*
	Chiude	— *Apre*
	Inserito	— *Disinserito*
Segnalazioni	*In marcia*	— *Fermo*
	Aumenta	— *Diminuisce*
	Aperta	— *Chiusa* (1)
	Chiuso	— *Aperto* (2)
	Massimo	— *Minimo*

Cioè, mantenere sempre il criterio della precedenza alle condizioni positive rispetto a quelle negative dei comandi e naturalmente delle corrispondenti segna-

(1) Per valvole di intercettazione e di regolazione di fluidi in genere.

(2) Per interruttori e sezionatori.

lazioni. E' molto importante che schemi funzionali riguardanti impianti e complessi simili, almeno nell'ambito di una stessa ditta, abbiano una ben definita successione e disposizione dei circuiti, cioè, in breve, uniforme aspetto generale dal quale ci si deve scostare solo per inderogabile necessità. Ciò facilità i confronti dei circuiti nella continua ricerca del perfezionamento, rende più pronta la lettura degli schemi da parte di coloro che li devono usare abitualmente, col risultato niente affatto trascurabile di ridurre le cause di incertezza e la possibilità di errori.

Non occorre dilungarsi sui benefici di carattere economico connessi con le suddette considerazioni; è certo che vale la pena di sottolineare invece il maggior prestigio che ne deriva ai tecnici, ai disegnatori ed alla ditta nella generale necessità di ottenere un lavoro impeccabile stante le sempre più impegnative esigenze del progresso industriale.

Da un punto di vista tecnico richiamiamo l'attenzione sulla opportunità che i diversi utilizzatori, salvo casi speciali, siano da un lato sempre alimentati direttamente dalla stessa fase o polarità in modo da agevolare ulteriormente le operazioni di montaggio, controllo e ricerca dei guasti.

Tale principio è costantemente applicato negli schemi riprodotti in questo volume e la sua utilità è stata largamente confermata nell'uso costante dello schema funzionale.

Le diciture esplicative e le descrizioni.

Dall'esame degli esempi precedenti è facile rendersi conto di quanto valido aiuto nella interpretazione degli schemi siano tanto le indicazioni manoscritte sopra a ciascun circuito, quanto i riferimenti al significato delle sigle riportati in calce alle figure.

Occorre rilevare subito che le indicazioni sopra ai circuiti devono essere *fatte in ogni caso,* mentre gli elenchi delle sigle (cioè i riferimenti ai Codici) non sono strettamente indispensabili. Sarà bene però farli sempre quando lo schema assume una certa complessità o si suppone debba essere consultato da persone che non abbiano molta dimestichezza con la particolare forma di rappresentazione funzionale dei circuiti. In tali casi è buona norma corredare gli schemi con una breve descrizione indicando naturalmente la funzione dei singoli elementi che compaiono nei circuiti.

La descrizione, evidentemente, può essere compilata a parte ed inserita nella eventuale cartellina come indicato nella fig. 23 (pag. 46). Tornando alle diciture manoscritte precisiamo che in testa a ciascun gruppo di circuiti dovrà essere chiaramente indicato come titolo il nome del complesso di cui i circuiti fanno parte e si dovrà precisare la funzione dei circuiti parziali con scritte in sottotitolo.

Le dimensioni delle diciture suddette dovranno seguire identico criterio di dipendenza; cioè i sottotitoli dovranno essere scritti con caratteri di minori dimensioni di quelle del titolo oppure con carattere inclinato, come negli esempi della figura 40.

Un accenno è doveroso nei riguardi della importanza di una buona (o almeno regolare) calligrafia per ottenere uno schema di piacevole consultazione.

INTERRUTTORE DI LINEA					
COMANDI		RELE' AUSILIARI		SEGNALAZIONE	
apertura	chiusura	di chiusura	di controrichiu.	chiuso	aperto

ELETTROPOMPA ACQUA				
COMANDO		SEGNALAZIONE		ALIMENTAZIONE MOTORE
a mano	*automatico*	*in marcia*	*fermo*	

Fig. 40 - Esempi di diciture manoscritte da segnare sopra i gruppi dei circuiti.

Inoltre le diciture non devono mai sommergere lo schema il quale deve, in ogni caso, presentarsi con assoluta preminenza su qualunque altro dettaglio anche se importante come le indicazioni manoscritte. Il lettore potrà giudicare personalmente circa l'importanza di quanto sopra esaminando nuovamente a questo proposito le figg. 38 e 39 (pagg. 52 ÷ 53) nelle quali anche le diciture risentono della diversa abilità dei disegnatori.

E' evidente la maggiore *selettività* dovuta alla buona calligrafia dello schema della fig. 38 a confronto di quella uniforme e male eseguita dello schema della fig. 39.

CAPITOLO VIII

ACCORGIMENTI PER LA RAPIDA ED ECONOMICA COMPILAZIONE DEGLI SCHEMI

Premessa

Ridurre i costi di produzione, rendere meno monotono il lavoro, fornire un prodotto più qualificato, sono motivi che hanno indotto a studiare gli accorgimenti a cui accenniamo in questo capitolo.

Alcuni di tali accorgimenti sono sempre utili anche per schemi diversi da quello funzionale mentre altri sono particolari da impiegarsi quando si voglia passare direttamente dallo schema funzionale al cablaggio dei pannelli dei quadri.

Occorre subito rilevare che ciò è possibile con buoni risultati, solamente quando si adotti sistematicamente il cablaggio con conduttori flessibili raccolti in fasci o posati in canalette di plastica secondo i moderni orientamenti esecutivi.

Il cablaggio col sistema « a pettine » in ordinati e geometrici parallelismi, bellissimi a vedersi, si deve ritenere del tutto superato, perchè abbisogna di un apposito schema planimetrico dei conduttori, di personale esecutivo di elevata specializzazione e richiede tempi di esecuzione certamente superiori a quanto oggi l'industria può concedere alla voce « cablaggio ».

Mentre sarebbe senz'altro interessante l'esame panoramico di quanto è possibile fare in tutti i tipi di schemi per semplificare il lavoro, dato l'argomento monografico di questo volume ci limiteremo allo schema funzionale ricordando innanzi tutto come esso sia da impiegare per circuiti di comando, controllo, segnalazione e protezione, vale a dire per una estesa casistica comprendente sia contattori, relè ausiliari e di protezione per la parte operativa, quanto svariati tipi di comandi con interblocchi più o meno complessi e segnalazioni varie acustiche e luminose.

Tenuto presente che in una stessa ditta abitualmente ci si deve occupare di impianti o apparecchiature più o meno ricorrenti, ecco che si verificano le cause giustificative di una modesta organizzazione destinata ad accelerare la compilazione degli schemi senza nulla togliere alla loro possibile perfezione esecutiva.

Vediamo in dettaglio quali sono questi accorgimenti.

Disegno a matita o a inchiostro?

Salvo casi particolari: **sempre a matita.**

Siamo sicuri che leggendo tale affermazione, molti lettori concluderanno direttamente con un « NO! » detto più o meno a mezza voce.

L'impiego dell'inchiostro nella esecuzione degli schemi è ancora così abituale da fare ritenere non conveniente l'uso proficuo della sola matita. Si pensa cioè che i pochi vantaggi non siano compensati dagli inconvenienti che ne derivano.

Confortati da positivi risultati conseguiti con esperienza personale e di sempre più numerose ditte, vediamo di esaminare la cosa senza preconcetti. Il disegnare a matita richiede una abilità che tutti i disegnatori certamente posseggono soltanto che « vogliano » giungere a un certo risultato. Inoltre si deve rilevare che alcuni disegnatori si preoccupano di fare graficamente soprattutto un bel disegno, mentre, in pratica, è normalmente sufficiente sotto questo aspetto un buon disegno.

E' inutile inoltre lavorare a matita quando, per farlo, occorra più tempo che a impiegare l'inchiostro a causa dei mezzi inadatti a disposizione. E' da questi che deve prendere l'avvio l'attrezzatura idonea della quale in base alle richiamate esperienze pratiche, diamo qualche dettaglio.

Matite — Consigliabili quelle a mine continua con grafite di media morbidezza. L'uso di mine con diametro 0,25 mm rende inutile l'appuntatura col risultato di ottenere senza fatica righe di uniforme spessore.

Tali mine sono poi particolarmente utili nell'impiego delle mascherine per segni grafici delle quali si dirà in seguito.

Interessanti per le lunghe linee indicative di sbarre e circuiti le mine a sezione rettangolare così dette «a nastrino». Esse permettono di ottenere righe di qualsiasi lunghezza nettissime e di uniforme spessore. Richiedono l'impiego di uno speciale portamine e si trovano solamente presso rivenditori specializzati.

Carta — Deve evidentemente essere adatta al disegno a matita. Quindi avere medio peso, possedere una certa ruvidezza superficiale, senza tuttavia che questa renda difficoltosa le indicazioni manoscritte a penna. Carte con tali caratteristiche sono disponibili presso tutti i buoni fornitori e, dopo alcune prove, la scelta sarà presto fatta e non si avrà alcuna difficoltà di approvvigionamento.

Formati — Gli schemi funzionali sono caratteristici per la loro altezza costante e lunghezza estremamente variabile. Pertanto sembrerebbe non consigliabile la predisposizione di formati unificati.

Buoni risultati sono stati ottenuti preparando a stampa due soli formati di pari altezza e di lunghezza UNI A 4 l'uno e doppio l'altro.

Schemi di maggiore lunghezza si ottengono facilmente con l'unione di più fogli consecutivi a mezzo di nastro adesivo scelto di tipo adatto e cioè trasparente ai raggi luminosi delle macchine da riproduzione.

Nelle copie stampate da lucidi composti con più fogli uniti col mezzo accennato, non è quasi rilevabile la presenza di nastro adesivo e le copie si presentano in modo del tutto accettabile.

Il nastro al quale accenniamo mantiene inoltre indefinitamente la sua adesione ai fogli e non vi è pericolo che questi si stacchino spontaneamente anche dopo lunga archiviazione.

Per quanto riguarda la indicazione del nome della ditta, la sua ragione sociale e le informazioni che solitamente vengono riportate nella « tabellina » dei disegni, conviene impiegare un tracciato autoadesivo da applicare di volta in volta dove occorre. Di questi tracciati autoadesivi diremo particolarmente in seguito per il loro rilevante interesse pratico.

Reticolo di falsariga — Allo scopo di eliminare ogni problema di misurazione di equidistanze e mantenere egualmente le necessarie catatteristiche di precisione nella composizione degli schemi è opportuno che i fogli siano dotati di un reticolo di falsariga stampato in modo netto ed appena visibile con inchiostro che non lasci traccia sulle copie.

Una buona dimensione per la quadrettatura del reticolo è di 7,5 × 7,5 mm perchè, ottima per la esecuzione degli schemi funzionali, consente di utilizzare i fogli anche per altri scopi con buon riferimento di scala (per esempio per dettagli costruttivi meccanici). L'impiego di fogli con reticolo per la compilazione di schemi svincola inoltre dalla servitù verso il tavolo e i tradizionali attrezzi del disegno che divengono niente affatto indispensabili specialmente con l'uso delle mascherine di tracciatura.

Mascherine per segni grafici — Come ciascuno può rendersi personalmente conto visitando cartolai specializzati, se ne trovano di diverso tipo intese a soddisfare svariate esigenze. Le mascherine sono acquistate praticamente soltanto dagli studenti che sperano di trovare un efficace aiuto nella esecuzione degli schemi. Quasi sempre però le speranze vanno deluse perchè i segni non sono, per dimensioni o tracciato, appropriate alle necessità e pertanto dopo alcuni tentativi di impiego le mascherine finiscono inevitabilmente nel cassetto e vengono usate solo per qualche segno o come righello.

Il disegnatore industriale di schemi non se ne serve quasi mai, perchè le ritiene per troppe giustificate ragioni non convenienti.

Condividiamo tali punti di vista, ma siamo fiduciosi circa l'affermazione dell'impiego delle mascherine quando queste corrispondano alle reali esigenze del disegno elettrotecnico. In particolare per la esecuzione degli schemi funzionali a matita su fogli reticolati come descritto, una buona mascherina è praticamente l'unico complemento occorrente alla carta e alla matita per tracciare rapidamente schemi di buon aspetto grafico.

Infatti con i bordi usati come righello si possono tracciare le righe di circuito, con i cerchietti i « pallini » di connessione, e, con i pochi segni grafici abitualmente impiegati nello schema funzionale accuratamente riprodotti e di agevole impiego, si può risolvere senza fatica la grande maggioranza dei casi.

Mascherine di tracciatura per segni di schemi funzionali non sono attualmente molto diffusi. Sulla scorta di suggerimenti di tecnici esperti, alcune ditte specializzate hanno costruito alcune mascherine sperimentali.

Il risultato del loro impiego, già buono, ha tuttavia consigliato ulteriori perfezionamenti e oggi è possibile trovare mascherine utili anche al disegnatore industriale.

Indicazioni manoscritte — Titoli dei disegni e testate di circuito, come numerini di morsetti, sigle di apparecchi e di cavi, e tutte le indicazioni che richiedono una non dubbia interpretazione malgrado la necessità di limitare le loro dimensioni possono essere scritte a inchiostro. Unico inconveniente in questi casi è il pericolo di forare la carta in caso di cancellature.

Il più delle volte, quando non si tratta di correzioni ad un elemento di dettaglio, ma di estesa variante conviene tagliare il foglio e rifare il pezzo incollandolo poi col già citato nastro adesivo.

Come si vede anche per questi casi particolari si può trovare soluzioni del tutto accettabili.

Tracciati autoadesivi — Ovunque è possibile impiegarla la prefabbricazione fa sentire i suoi benefici ed anche nella compilazione degli schemi la si può adottare ragionevolmente con risultati apprezzabili.

Circuiti indubbiamente di frequentissimo impiego sono per esempio quelli riguardanti l'alimentazione di motori e il loro comando a distanza mediante teleruttori con pulsanti, segnalazioni ecc.

A parte il tempo necessario, la continua ripetizione rende il lavoro monotono e induce alla distrazione con risultati certamente negativi nei riguardi della precisione, indispensabile nella esecuzione degli schemi.

E' in questi casi che i tracciati autoadesivi dimostrano tutta la loro efficienza.

Come è noto, questi tracciati sono costituiti da foglietti che si possono fare aderire stabilmente alla carta da disegno mediante un adesivo non invecchiante che si scopre al momento dell'uso staccando la copertura di protezione.

Sui fogli si possono stampare circuiti, segni, diciture, o quanto interessa in modo che con questo particolare « collage » si può costruire buona parte degli schemi che si devono compilare abitualmente.

L'impiego di elementi adesivi all'estero, in qualche caso è stato spinto fino all'estremo limite preparando foglietti anche con segni grafici isolati di notevole semplicità esecutiva. Non condividiamo la necessità dell'impiego totale del sistema accennato.

Siamo del parere che esso può dare ottimi ed apprezzabili risultati applicandolo ragionevolmente senza giungere a situazioni che, per l'impiego estensivo del metodo, occorra più tempo di quello richiesto per disegnare direttamente.

I tracciati autoadesivi fanno sorgere qualche perplessità circa il numero minimo di pezzi da stampare, il loro prezzo, l'invecchiamento spontaneo, ecc.

In attesa che qualche ditta specializzata predisponga una serie di tracciati a carattere veramente *industriale* le ditte costruttrici di elementi stampati autoadesivi possono eseguire tirature minime di 500 ÷ 1000 copie con prezzi unitari evidentemente decrescenti per le quantità maggiori.

Conoscendo le proprie esigenze ciascuno può stabilire quali sono i tracciati che vale la pena du trattare in autoadesivo e le percentuali relative dei vari tipi in modo di avere una dotazione all'incirca semestrale di foglietti.

Benchè l'invecchiamento sia assai limitato, dopo alcuni mesi i foglietti presentano qualche difficoltà alla separazione dello strato protettivo e può anche verificarsi la necessità di uno scarto parziale.

Una interessante nuova possibilità di organizzazione viene offerta dall'impiego di pellicole autoadesive stampabili come le normali carte da riproduzione con sviluppo all'ammoniaca.

Con tali pellicole, prodotte da fabbricanti specializzati, è possibile predisporre a piacere secondo le specifiche esigenze gli elementi occorrenti con la ripetizione a stampa di lucidi appositamente predisposti.

Il sistema risulta un poco più costoso di quello abituale, ma è chiaro che permette una maggiore elasticità operativa specialmente per aziende di piccola e media grandezza.

* *

Volendo sintetizzare, secondo i concetti esposti in una ditta grande o piccola che sia, gli schemi funzionali dovrebbero essere preparati come segue:

a) determinazione della presumibile lunghezza del foglio occorrente e sua eventuale preparazione mediante l'unione successiva mediante nastro adesivo di più fogli normalizzati;

b) scelta ed applicazione di schemi elementari autoadesivi nella successione predeterminata in relazione alle esigenze dello schema che si deve compilare;

c) mediante l'uso di appropriata mascherina e di matita di opportuna morbidezza e calibratura, completamento dei circuiti e dettagli dello schema;

d) scritturazione a penna di tutte le indicazioni riguardantl le sigle, i morsetti, le indicazioni di testata ecc. fino ad avere lo schema completo in ogni dettaglio;

e) applicazione e completamento manoscritto della tabellina autoadesiva con i dati relativi alla ditta, nome del compilatore, data, ecc.

Il metodo che abbiamo illustrato è certamente perfettibile in base a specifiche esigenze che di volta in volta devono essere vagliate dagli interessati.
E' però un provato ed apprezzabile passo verso una maggiore produttività consentito dall'insieme delle caratteristiche che rendono prezioso lo schema funzionale.

CAPITOLO IX.

CODICI NUMERICO E LETTERALE

All'inizio di questo volume si è fatto rilevare la necessità di conoscere un certo numero di convenzioni specifiche per potersi dedicare alla compilazione e lettura degli schemi funzionali.

Tali convenzioni, aggiungendosi a quelle proprie della rappresentazione dei circuiti nelle forme tradizionali, accentuano il carattere simbolico dello schema funzionale.

Già nel Cap. II è stato precisato che ciascun elemento che compare nello schema funzionale deve essere caratterizzato da una sigla scelta in appositi codici stabiliti per l'Italia dal CEI (1) sulla base di quelli prescritti dal NEMA (2) e da tempo in uso in America.

I codici sono due e precisamente:

Codice numerico che, insieme ad un gruppo di *lettere ausiliarie,* è particolarmente destinato alla compilazione di schemi e descrizioni di apparecchiature e circuiti automatici per centrali di produzione, stazioni di trasformazione rifasamento e conversione (cioè alla generazione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica).

Codice letterale da impiegarsi prevalentemente per schemi e descrizioni di impianti industriali di utilizzazione.

Come per i segni grafici, anche le sigle si possono comporre secondo le necessità usando accortamente numeri e lettere.

Il reciproco completamento è accettato dalle Norme e non potrebbe essere diversamente data la necessità di non lasciare dubbi circa la funzione di quanto si vuole rappresentare. Lo stesso Codice numerico comprende un elenco di

---

(1) Fascicolo N° 89: Norme per gli schemi per impianti di energia.
(2) NEMA: National Eletrical Manufacturers Association.

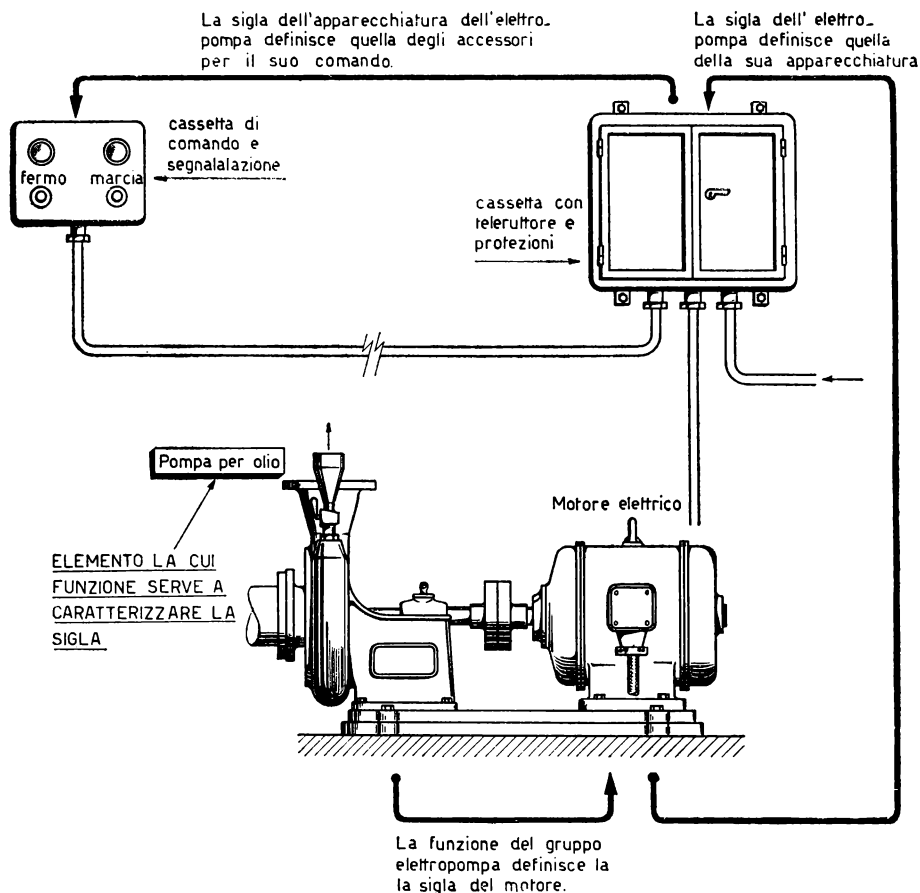



Fig. 41 - Criterio di dipendenza per la scelta delle sigle nei Codici.

lettere ausiliarie per consentire di precisare sia la natura che la funzione di un determinato apparecchio, quanto l'entità che influenza o sulla quale agisce l'apparecchio stesso.

Ciò evidentemente, nella viva preoccupazione di non generare incertezze nella interpretazione delle sigle. A questo proposito le Norme prescrivono (Art. 3.2.02 - fasc. 89):

« *Nei casi particolari in cui vi è pericolo di ambiguità si scriveranno naturalmente le precisazioni per esteso o nella forma abbreviata più conveniente* ».

Nel determinare le sigle per gli elementi che compaiono nello schema di un circuito, occorre in molti casi considerare se sia più utile porre in evidenza

la *funzione* di un apparecchio o la sua *natura* e ciò naturalmente deve essere stabilito in relazione a quanto lo schema deve rappresentare. Cerchiamo di chiarire con un esempio. Il Codice qualifica col n. 16 un « dispositivo di comando per carica batteria » e supponiamo che questo sia da prendersi in considerazione da due punti di vista e cioè da quello di chi deve fare in uno schema la rappresentazione dei circuiti di comando di un impianto completo ove la batteria,

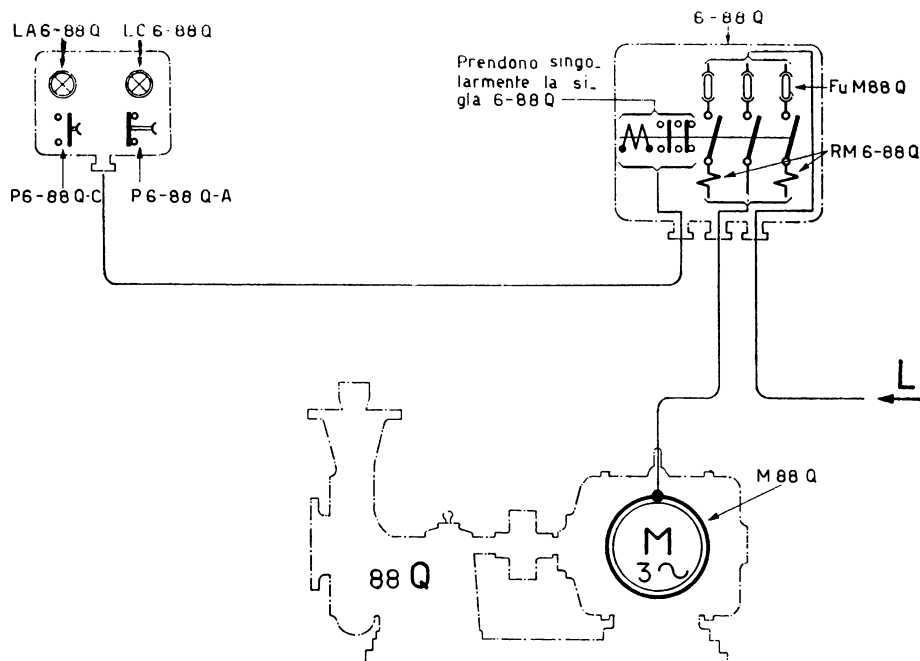



Fig. 42 - Attribuzione delle sigle al complesso della fig. 41.

M 88 Q: « M » perchè motore; « 88 » perchè di azionamento pompa; « Q » perchè il fluido pompato è olio.
6-88 Q: « 6 » perchè contattore di avviamento; « 88 Q » perchè il motore comandato porta questa sigla.
Fu M 88 Q: « Fu M » perchè fusibili del motore; « 88 Q » perchè sigla del motore.
RM 6-88 Q: « RM » perchè relè di massima; « 6-88 Q » per le ragioni già dette.
«LA» lampada di segnalazione aperto; ecc.
«LC» lampada di segnalazione chiuso; ecc.
«P6-88Q-C» pulsante di chiusura del contattore 6-88Q.
«P6-88Q-A» pulsante di apertura del contattore 6-88Q.

con i suoi accessori di misura, carica, manovra, ecc., ha funzione ovviamente importante, ma nell'insieme rappresenta un problema a se stante e marginale e da quello del costruttore del « dispositivo di carica » per il quale ciò che nel caso precedente era un dettaglio, diviene il solo problema da risolvere mediante opportuni apparecchi.

E' naturale nel primo caso considerare l'apparecchio e i suoi elementi secondo la loro funzione complessiva, mentre nel secondo conviene mettere in evidenza la natura di ciascun elemento e qualificarlo in conseguenza. Pertanto un relè di minima tensione sul lato a corrente continua ed un relè di massima cor-

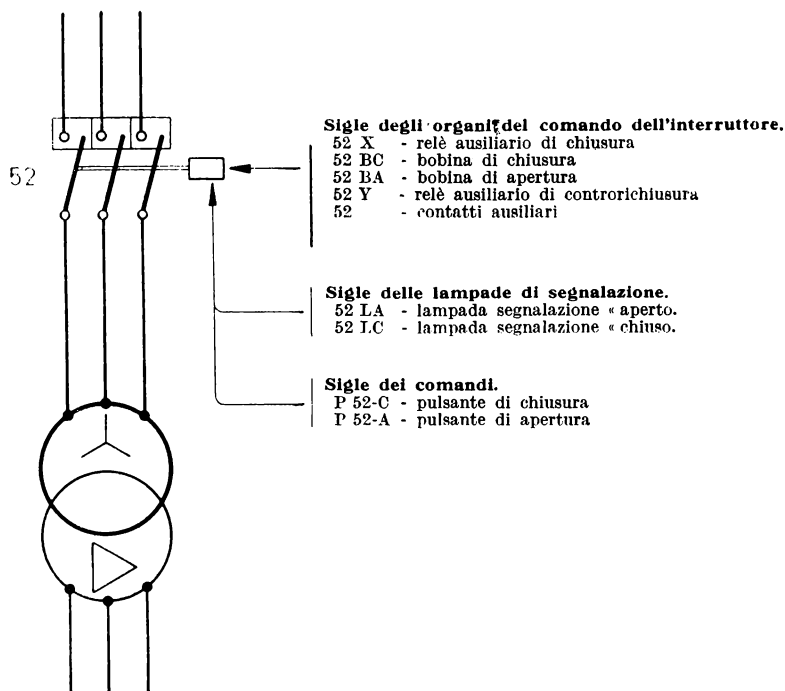



Fig. 43 - Attribuzione delle sigle agli organi di un interruttore che, per la sua funzione, deve essere qualificato «52».

rente su quello a corrente alternata del « dispositivo » saranno convenientemente qualificati con le sigle *16 mT* e *16 RM* nel primo caso e con *80* e *51* nel secondo.

Appare quindi possibile che uno stesso elemento possa assumere sigle diverse in schemi funzionali col pericolo di generare confusione.

Indubbiamente i Codici consentono una certa larghezza di interpretazione e non si vede come sarebbe stato possibile fare diversamente data la molteplicità delle funzioni da qualificare.

Occorre quindi oculatezza da parte di chi deve scegliere le sigle e l'abitudine di abbondare con precisazioni negli elenchi specialmente nei casi che possono far pensare a qualche titubanza di interpretazione.

In ogni caso **non si deve mai, in uno stesso schema, cambiare sigle agli apparecchi e, in schemi diversi, ció deve essere fatto solamente quando può essere utile per una più pronta comprensione di quanto si vuole esprimere.** Chi compila uno schema deve costantemente tenere presente che altri dovranno interpretarlo e si deve in conseguenza preoccupare di abolire qualsiasi causa di possibile incertezza.

Le figure 41 ÷ 45 (pagg. 64 ÷ 68) mostrano alcuni esempi di attribuzione di sigle variamente composte e le didascalie precisano le ragioni della scelta.

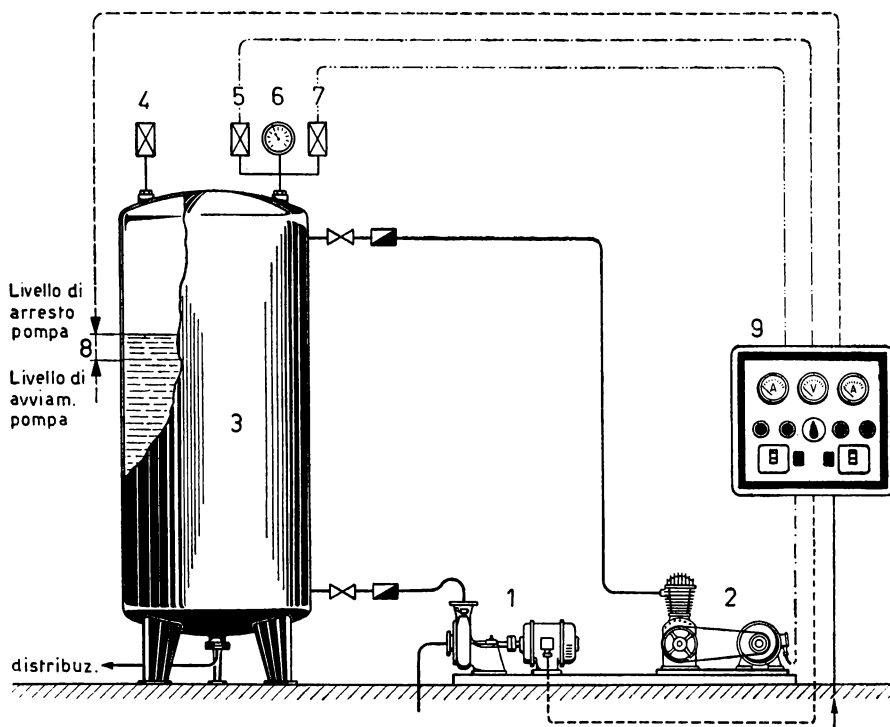



Fig. 44 - Altro esempio di attribuzione delle sigle ai componenti un impiantino autoclave per sollevamento e distribuzione di acqua.

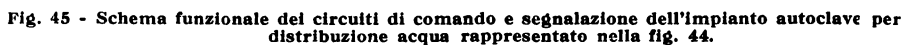
Lo schema funzionale dei circuiti di questo complesso si trova in fig. 45 a pag. 68.

1 - Elettropompa acqua	88 W	
e quindi:	M 88 W	al motore
	6-88 W	al teleruttore, ecc.
2 - Elettrocompressore d'aria	88 L	
e quindi:	M 88 L	al motore
	6-88 L	al teleruttore, ecc.
3 - Autoclave		
4 - Valvola di sicurezza		
5 - Pressostato comando compressore	63 L 1	con funzioni di comando
6 - Manometro		
7 - Pressostato allarme sovrapressione	63 L 2	con funzione di protezione
8 - Campo di regolazione dell'apparecchio rilevatore di livello per il comando della elettropompa; l'apparecchio ha la sigla	99 W	

9 - **Quadro di manovra e controllo sul quale sono montati, oltre ai teleruttori, due interruttori per l'esclusione a mano dei teleruttori stessi. Tali interruttori assumono la sigla 5 W quello della elettropompa e 5 L quello dell'elettrocompressore.**

Fig. 45 - Schema funzionale dei circuiti di comando e segnalazione dell'impianto autoclave per distribuzione acqua rappresentato nella fig. 44.

* * *

Riteniamo che gli esempi e gli schemi sopra indicati circa l'attribuzione delle sigle siano sufficienti a definire il concetto di dipendenza tra i diversi componenti di un determinato complesso.

Dopo un primo inevitabile, breve periodo di incertezza nel muoversi nei meandri delle sigle sia per definirle che per ricordare la funzione dell'organo da esse sintetizzato, non vi è da dubitare in un risultato pienamente soddisfacente.

Codici per l'attribuzione delle sigle

CODICE NUMERICO

1 — **Apparecchio di comando per inizio delle manovre.**
Può essere un pulsante, un commutatore, un relè voltmetrico, un interruttore a galleggiante, ecc. destinato a mettere in servizio o fuori servizio un determinato complesso, o direttamente, o sotto il controllo di altri apparecchi, quali relè a tempo o protettivi (*).

2 — **Relè a tempo per messa in marcia di una macchina o di un impianto o per chiusura di un interruttore.**
Serve a introdurre un certo intervallo di tempo nel susseguirsi di due operazioni in una sequenza automatica.

3 — (Riservato per applicazioni future).

4 — **Contattore o relè di comando principale.**
Dispositivo in genere comandato dal n. 1 (o equivalente), dai blocchi e da opportune protezioni; serve a chiudere e aprire una serie di circuiti di comando col risultato di mettere in servizio un complesso in determinate condizioni e di fermarlo in altre determinate condizioni oppure in caso di guasto.

5 — **Dispositivo di arresto.**
Ha come scopo principale di mettere e mantenere fuori servizio un complesso (*).

6 — **Interruttore o contattore d'avviamento.**
Ha come scopo principale di collegare una macchina alla sua sorgente di avviamento (*).

7 — **Interruttore anodico.**
Inserito nei circuiti anodici di un raddrizzatore a vapore di mercurio principalmente per interrompere gli archi di ritorno.

8 — **Interruttore dei circuiti di comando.**
Interruttore o separatore a comando manuale usato col preciso scopo di attaccare o staccare le sbarre e le apparecchiature di comando dalla loro sorgente di alimentazione (*).

9 — **Dispositivo invertitore.**
Serve a invertire le connessioni di un circuito.

10 — **Commutatore dell'ordine di precedenza dei gruppi.**
In un impianto composto di diversi gruppi serve a cambiare l'ordine con cui i gruppi stessi entrano in servizio o si arrestano.

(*) Vedere commento a pag. 80.

11 — **Trasformatore per alimentazione dei circuiti di comando in corrente alternata.**

12 — **Dispositivo di massima velocità** (*).

13 — **Dispositivo di velocità sincrona.**
Funziona intorno alla velocità di sincronismo normale di una macchina, come ad esempio un interruttore centrifugo, un relè di scorrimento o di tensione, un relè di minima corrente, ecc.

14 — **Dispositivo di minima velocità** (*).

15 — **Dispositivo regolatore di velocità.**
Mantiene la velocità o la frequenza di una macchina o di un sistema su un certo valore oppure entro determinati limiti. (Entrano in questa definizione i dispositivi che servono a portare un gruppo sincrono alla velocità corrispondente all'attuale frequenza di rete durante una manovra di parallelo automatico).

16 — **Dispositivo di comando per carica batteria.**

17 — **Interruttore o contattore per la messa in corto circuito del campo serie di una macchina o per la chiusura di altro circuito in parallelo al campo stesso.**

18 — **Interruttore, contattore o relè di accelerazione o decelerazione.**
Chiude direttamente o provoca la chiusura di circuiti destinati ad accelerare o decelerare una macchina.

19 — **Contattore o relè per il passaggio dalla fase di avviamento a quella di marcia normale.**
Provoca nei circuiti principali di una macchina il passaggio dalle connessioni di avviamento a quelle di marcia.

20 — **Organo idraulico di intercettazione comandato elettricamente** (*).

21 — **Relè a impedenza.**
Funziona quando l'impedenza di un circuito sale o scende a un valore determinato.

22 — **Interruttore o contattore di stabilizzazione.**
Chiude ed apre le connessioni di stabilizzazione o equiripartizione di corrente fra i circuiti di campo delle macchine o fra i regolatori di tensione, in un impianto composto di vari gruppi.

(*) Vedere commento a pag. 80.

23 — **Dispositivo regolatore di temperatura** (*).

24 — **Interruttore o contattore per collegamento di sbarre.**

25 — **Dispositivo selettore di parallelo.**
Apparecchio che interviene solo nell'istante in cui due circuiti a corrente alternata si trovano in condizioni reciproche tali di tensione, frequenza e fase, da consentire la messa in parallelo dei circuiti stessi.

26 — **Dispositivo termico di protezione.**
Interviene quando la macchina o l'apparecchio sul quale è applicato raggiunge una determinata temperatura massima o minima (*).

27 — **Relè di minima tensione in corrente alternata.**

28 — **Dispositivo termico a resistore.**
Funziona in base alla temperatura di un resistore destinato a rivelare, limitare o smistare un carico eccessivo.

29 — **Interruttore o contattore o sezionatore di isolamento.**
Dispositivo usato per servizio di emergenza, manutenzione o prove.

30 — **Relè a cartellino.**
Dispositivo a ripristino manuale che fornisce segnalazioni ottiche, ad esempio, in caso di intervento dei dispositivi di protezione; può anche essere utilizzato con funzioni di blocco.

31 — **Dispositivo di eccitazione separata.**
Serve per connettere il campo derivato di una convertitrice a una sorgente di eccitazione separata durante l'avviamento, oppure per inserire i circuiti di eccitazione e di innesco di un raddrizzatore.

32 — **Relè o dispositivo per inversione di potenza in corrente continua.**

33 — **Interruttore di posizione.**
Chiude o apre il suo contatto quando il dispositivo principale a cui è applicato (il quale non ha numero in questa classificazione) raggiunge una posizione determinata.

34 — **Combinatore di sequenza a motore.**
Serve a determinare coi suoi contatti la sequenza di funzionamento dei dispositivi principali nel corso delle manovre di avviamento, arresto, ecc.

(*) Vedere commento a pag. 80.

35 — **Dispositivo per il comando delle spazzole o per la messa in corto circuito degli anelli.**

36 — **Dispositivo di polarità.**
Funziona, o permette il funzionamento di un altro apparecchio, soltanto con una certa polarità di alimentazione.

37 — **Relè di minima corrente o di minima potenza.**

38 — **Dispositivo per eccessiva temperatura dei sopporti** (*).

39 — **Contattore per indebolimento della eccitazione di una macchina.**

40 — **Relè di eccitazione.**
Interviene per un determinato valore della corrente di eccitazione di una macchina.

41 — **Interruttore o contattore di eccitazione.**
Applica o toglie l'eccitazione all'avvolgimento di campo di una macchina.

42 — **Interruttore o contattore di marcia.**
Ha in genere lo scopo di connettere una macchina alla sua sorgente di alimentazione normale (piena tensione) (*).

43 — **Commutatore di predisposizione del servizio.**
Apparecchio comandato a mano che agisce sui circuiti di comando così da modificare il sistema di funzionamento dell'apparecchio (p. es. automatico-manuale).

44 — **Contattore o relè per avviamento successivo di diverse unità.**
Si usa negli impianti comprendenti diversi gruppi: mette in servizio il primo gruppo successivo disponibile quando va fuori servizio o comunque non è disponibile il gruppo normalmente preferito.

45 — **Relè di massima tensione, in corrente continua.**

46 — **Relè amperometrico per inversione di fase, squilibrio di corrente tra le fasi, o per mancata accensione anodica in un raddrizzatore.**
Interviene per inversione della sequenza delle fasi in un sistema polifase, per squilibrio fra le correnti in un sistema polifase, o per mancata accensione di uno o più anodi di un raddrizzatore.

(*) Vedere commento a pag. 80.

47 — **Relè voltmetrico per mancanza o inversione di fase.**
Funziona per un determinato valore di una tensione polifase di determinata sequenza di fase.

48 — **Relè di sequenza incompleta.**
Riporta un complesso in condizioni normali o di riposo o lo blocca se la normale sequenza di avviamento, di servizio, o di arresto non si completa regolarmente entro un tempo determinato.

49 — **Relè o dispositivo termico in corrente alternata.**
Interviene quando la temperatura della macchina o dell'apparecchio in c.a. supera un determinato valore (*).

50 — **Relè o apparecchio selettivo di corto circuito.**
Interviene istantaneamente per valori eccessivi di corrente o per incrementi eccessivamente rapidi della corrente, che rivelano un guasto nell'apparecchio o nel circuito protetto.

51 — **Relè di massima corrente in corrente alternata.**

52 — **Interruttore o contattore in corrente alternata** (*).

53 — **Relè per eccitazione o di tensione per generatore.**
Provoca l'eccitazione di una macchina in corrente continua durante l'avviamento o funziona quando la tensione della macchina raggiunge un determinato valore.

54 — **Interruttore extrarapido in corrente continua.**
Interruttore che comincia a ridurre la corrente del circuito principale entro 0,01 secondi dall'istante in cui la corrente o il suo gradiente hanno assunto valore eccessivo.

55 — **Relè per fattore di potenza.**
Agisce quando il fattore di potenza di un circuito in c.a. assume un determinato valore.

56 — **Relè o apparecchio per applicazione del campo.**
Si usa per applicare automaticamente l'eccitazione al campo di un motore sincrono nelle condizioni più favorevoli di fase.

57 — **Relè o dispositivo limitatore di corrente.**

(*) Vedere commento a pag. 80.

58 — **Relè o dispositivo ugualizzatore di tensione.**
Modifica la taratura di un regolatore di tensione in modo che la tensione di macchina diventi uguale a quella di rete prima del parallelo.

59 — **Relè di massima tensione in corrente alternata.**

60 — **Relè a squilibrio di tensione.**
E' sensibile al rapporto fra i valori efficaci di due tensioni.

61 — **Relè a squilibrio di corrente.**
E' sensibile al rapporto fra i valori efficaci di due correnti.

62 — **Relè a tempo per arresto di una macchina o di un impianto per apertura di interruttore.**

63 — **Relè a pressione di fluidi.**
Apre o chiude i suoi contatti per determinati valori della pressione di un fluido.

64 — **Relè di protezione per contatto a terra di una macchina.**

65 — **Regolatore del motore primo.**
Determina l'apertura di una turbina o di un altro motore mediante distributore, valvole, ecc.

66 — **Relè a impulsi.**
Serve per far funzionare un apparecchio un determinato numero di volte o per provocare una serie di periodi di funzionamento opportunamente intervallati. Si usa anche per dare a un circuito una alimentazione intermittente.

67 — **Relè direzionale di potenza oppure relè direzionale di massima corrente, per corrente alternata.**
Funziona per un determinato valore della potenza transitante in una certa direzione, oppure per massima corrente accompagnata da passaggio di potenza in una direzione determinata.

68 — **Relè o dispositivo termico in corrente continua.**
Interviene quando la temperatura della macchina o dell'apparecchio in c.c. supera un determinato valore (*).

69 — **Dispositivo manuale di consenso o blocco.**
A seconda della sua posizione permette o vieta la messa in servizio di un gruppo, la chiusura di un interruttore, ecc. (*).

(*) Vedere commento a pag. 80.

70 — **Reostato a comando elettrico** (*).

71 — **Interruttore o contattore di emergenza per corrente continua.**

72 — **Interruttore o contattore di manovra per corrente continua.**

73 — **Interruttore o contattore per resistore di carico.**
Cortocircuita o inserisce un gradino di resistenza destinato a limitare, smistare o rivelare il carico in un circuito di potenza, oppure inserisce in circuito un riscaldatore.

74 — **Relè di allarme.**
Relè (non del tipo a cartellino n. 30) usato per azionare un allarme ottico o acustico, oppure che funziona in relazione con detto allarme.

75 — **Meccanismo per cambio di posizione.**
Serve a spostare un interruttore mobile in modo da connetterlo, sconnetterlo, o portarlo in posizione di prova.

76 — **Relè di massima corrente in corrente continua.**

77 — **Trasmettitore di impulsi.**
Si usa per generare e trasmettere in un circuito di telemisura o lungo un filo pilota gli impulsi destinati agli strumenti indicatori o ai ricevitori.

78 — **Relè misuratore dell'angolo di fase.**
Funziona in dipendenza dello sfasamento tra due tensioni, due correnti, oppure una tensione e una corrente.

79 — **Relè di richiusura in corrente alternata.**
Comanda la richiusura e il blocco di un interruttore in corrente alternata.

80 — **Relè o dispositivo di minima tensione in corrente continua,**

81 — **Dispositivo di frequenza.**
Funziona per un determinato valore della frequenza, superiore, uguale o inferiore al normale.

82 — **Relè di richiusura in corrente continua.**
Determina la chiusura e la richiusura di un interruttore in corrente continua, generalmente in base alle condizioni del circuito di carico.

(*) Vedere commento a pag. 80.

83 — **Contattore o relè selettivo di comando o di smistamento.**
Sceglie automaticamente fra diverse sorgenti di alimentazione o condizioni di funzionamento in un'apparecchiatura, o compie una commutazione in modo automatico.

84 — **Meccanismo di azionamento.**
Complesso di dispositivi elettrici, compreso il motore, gli interruttori di posizione, ecc., per azionamento di un variatore di rapporto, di un regolatore a induzione o simile apparecchio.

85 — **Relè ricevitore per sistemi a onde convogliate o a fili piloti.**
Relè azionato o bloccato da un segnale trasmesso a distanza in un complesso di protezione direzionale a onde convogliate o a fili piloti in c.c.

86 — **Relè o dispositivo di blocco.**
Relè (o dispositivo) a scatto automatico con ripristino manuale comandato elettricamente, il cui scopo è di mettere fuori servizio un complesso e bloccarlo al verificarsi di condizioni anormali.

87 — **Relè di corrente differenziale.**
Relè di protezione che interviene quando una corrente differenziale assume un determinato valore assoluto o percentuale.

88 — **Motore o gruppo motogeneratore ausiliario.**
Serve ad azionare dispositivi ausiliari come pompe, compressori, eccitatrici, ecc.

89 — **Sezionatore di linea.**
Usato in un circuito di potenza in c.c. oppure c.a., e azionato elettricamente oppure munito di accessori elettrici, come contatti ausiliari, blocco magnetico, ecc.

90 — **Regolatore.**
Regola una grandezza, come la tensione, la corrente, la potenza, ecc. su un valore determinato oppure entro determinati limiti.

91 — **Relè direzionale voltmetrico in corrente continua.**
Interviene quando la tensione a monte di un interruttore aperto supera un certo valore con una certa polarità.

92 — **Relè direzionale voltmetrico e amperometrico in corrente continua.**
Interviene in un senso quando la tensione a monte di un interruttore aperto supera un certo valore con una certa polarità, e in senso opposto quando la corrente nel circuito stabilitosi con la chiusura dell'interruttore supera un certo valore in senso contrario al normale.

93 — **Contattore o relè per modifica della eccitazione.**
Serve a modificare la corrente nel circuito di eccitazione di una macchina.

94 — **Contattore o relè di scatto, oppure di scatto libero.**
Serve a impedire l'immediata richiusura di un dispositivo di interruzione scattato per sovraccarico, anche se il circuito di chiusura originale è rimasto invariato, oppure provoca lo scatto di un interruttore o di un contattore, o di un complesso di apparecchi.

95 — **Dispositivo distributore del carico.**
Serve a ripartire, secondo una legge determinata, fra diversi gruppi il carico totale a cui è sottoposto un impianto.

96 — **Relè di circolazione.**
Apre o chiude i suoi contatti in dipendenza della circolazione di un fluido in un condotto.

97 — **Relè Buchholz o affine.**

98 — (Disponibile per applicazioni speciali).

99 — **Relè di livello.**
Apre o chiude i suoi contatti in dipendenza del livello di un fluido.

VARIAZIONI AI NUMERI DEL CODICE NUMERICO

Per particolari funzioni, le Norme prescrivono che si debbano impiegare i numeri del Codice con alcune varianti. Queste sono raccolte nell'Art. 3.1.02 del fascicolo N. 89 citato che precisa quanto segue:

Gli stessi numeri aumentati:

— di 100 si usano per gli apparecchi aventi funzioni analoghe, ma applicati a complessi di comando per gli interruttori delle linee uscenti da una centrale o stazione;

— di 200 si usano per gli apparecchi aventi funzioni analoghe in un sistema di telecomando;

— di 300 si usano per gli apparecchi aventi funzioni analoghe in un sistema di telecomando che aziona gli interruttori delle linee uscenti da una centrale o stazione.

Lettere integrative per dispositivi ausiliari e complessi che hanno il numero corrispondente nel Codice numerico:

A - Dispositivo di apertura, aumento, avanzamento, accelerazione.

BA - Bobina di apertura.

BC - Bobina di chiusura.

Bm - Bobina di minima tensione.

BR - Bobina di ritenuta.

C - Dispositivo di chiusura, condensatore (in questo caso premettere al numero).

D - Dispositivo di diminuzione, discesa, decelerazione, spostamento a destra.

F - Dispositivo di frenatura.

K - Raddrizzatore (premettere al numero).

M - Motore.

ML - Motore limitatore di carico.

MVg - Motore variagiri.

P - Pulsante (premettere al numero).

Re - Resistore, reostato (premettere al numero).

S - Dispositivo di salita, spostamento a sinistra.

Tr - Trasformatore (premettere al numero).

X, *Y*, *Z* - Relè o contattore ausiliario.

Lettere integrative per precisare l'entità sulla quale agisce o dalla quale vengono influenzati apparecchi o dispositivi aventi il numero corrispondente nel Codice numerico:

L - Aria.

CO_2 - Anidride carbonica.

N - Neutro di sistema polifase.

Q - Olio.

V - Vuoto.

W - Acqua.

Commento ad alcuni numeri del Codice numerico.

(*) *L'1 ha evidente riferimento alle manovre normali e il 5 a quelle particolari, come per esempio di impedire sicuramente qualunque manovra per effettuare la manutenzione. L'8 invece può essere inteso non come il 5, ma come possibilità di separare parte dei circuiti di comando, per esempio, per effettuare prove e verifiche. Pure funzioni limitatrici analoghe sono previste per il 69.*

Il 6 ha funzioni simili a quelle del 52 e viene preferibilmente usato per teleruttori, mentre il 52 per interruttori di potenza su linee ad A.T.

Il 12 e il 14, in genere, hanno funzioni di protezione mentre il 13 interviene con funzioni di comando.

Il 20 in genere viene attribuito anche ad organi azionati da servomotori idraulici comandati a loro volta da elettrovalvole come, ad esempio, le valvole rotative delle turbine delle centrali idroelettriche.

Il 23 va inteso con compiti di comando per la ben definita funzione di protezione del 26 nei riguardi delle macchine nel loro complesso e del 38 nei riguardi dei sopporti. Tenere presente anche il 49 per le macchine a corrente alternata ed il 68 per quelle a corrente continua.

Il 42 sembra particolarmente destinato agli utilizzatori, ma viene abitualmente usato anche per interruttori inseriti nel montante dei generatori di energia elettrica.

Il 70 si riferisce più propriamente all'elemento operatore ed il 90 al complesso sensibile.

Sigle per contattori.

A - contattore di apertura, di marcia avanti
C - contattore di chiusura
CC - contattore di frenatura controcorrente
D - contattore di marcia in discesa, a destra, collegamento a triangolo
F - contattore per elettromagnete del freno
FD - contattore per frenatura dinamica
I - contattore di marcia indietro
L - contattore di linea (p. es. disposto a monte di un complesso di motori).
M - contattore di marcia
S - contattore di marcia in salita, a sinistra
Y - contattore per collegamento a stella
1*Q* - primo contattore di accelerazione
2*Q* - secondo contattore di accelerazione.

Sigle per relè.

RCC - relè per frenatura controcorrente
J - relè per comando a impulsi
mT - relè di minima tensione
RM - relè di massima corrente
1*T* - primo relè a tempo ritardatore
2*T* - secondo relè a tempo ritardatore.

In generale il relè che comanda un contattore si indica con il simbolo del contattore preceduto dalla lettera *R* (vedi p. es. *RCC*).

Sigle per pulsanti.

ALT - pulsante arresto
PM - pulsante marcia
PA - pulsante marcia avanti, apertura
PI - pulsante marcia indietro
PJ - pulsante per comando ad impulsi.

In generale il pulsante che comanda un contattore si indica con il simbolo del contattore preceduto dalla lettera *P* (vedi p. es. *PA*, *PI*, ecc.).

Sigle per contatti di fine corsa.

Se appartengono ad apparecchi o dispositivi aventi un proprio numero nel Codice numerico, si scriverà la sigla componendola col numero del codice del l'apparecchio seguito da due lettere minuscole:

— la prima lettera indica l'operazione che il contatto compie quando è impegnato (*a* = « apre »; *c* = « chiude »);

— la seconda lettera indica quale posizione deve avere il dispositivo che comanda il fine corsa affinchè questo sia impegnato (*a* = « aumenta », « apre », « avanti », ecc.; *d* = « diminuisce », « destra », « discesa », ecc.; *s* = « salita », « sinistra »).

Se i contatti fine corsa appartengono ad organi che non hanno una corrispondente sigla nel Codice numerico, saranno definiti con sigle formate dalle lettere maiuscole *FC*, seguite dalle lettere ausiliarie minuscole come sopra precisato.

Gli esempi che seguono chiariranno ulteriormente la formazione delle sigle.

33*ac* - contatto f.c. che si apre quando un organo di funzione corrispondente al N° 33 del Codice chiude completamente (per esempio il distributore di una turbina).

20*Wca* - contatto f.c. che si chiude quando un organo di funzione corrispondente al N° 20 del Codice (per esempio la valvola di intercettazione dell'acqua di una turbina) è completamente aperta.

70*ad* - contatto f.c., di un apparecchio (reostato a motore data la sigla) che si apre allorchè l'apparecchio giunge al termine della sua corsa, nel senso « diminuire » l'eccitazione.

65*MVgam* - contatto f.c., di un motorino variagiri (*MVg*) del regolatore di una turbina (65), che si apre alla raggiunta posizione di « minimo ».

FCaa - contatto f.c. di un dispositivo privo di numerazione, che si apre quando il dispositivo raggiunge la posizione di « aperto », « aumenta », « avanti », ecc.

FCca - contatto come sopra che invece si chiude nelle stesse posizioni del dispositivo.

FCcd - contatto, di un apparecchio privo di numerazione, che si chiude quando l'apparecchio raggiunge la posizione di « destra ». « diminuisce », ecc.

FCad - contatto come sopra che invece si apre nelle stesse posizioni dell'apparecchio.

Sigle varie.

SP - sezionatore principale
SC - sezionatore dei circuiti di comando
FuC - fusibili dei circuiti di comando
FuM - fusibili del motore
TrC - trasformatore dei circuiti di comando
K - raddrizzatore per circuiti di comando
Re - resistore, reostato
LA - lampada di segnalazione di apertura, marcia avanti
LC - lampada di segnalazione di chiusura
LI - lampada di segnalazione di marcia indietro.

In generale la lampada di segnalazione della posizione di un contattore si indica con il simbolo del contattore preceduto dalla lettera *L* (vedi p. es. *LA*, *LC*, ecc.). Il colore della lampada verrà indicato con le lettere minuscole *r*, *b*, *v*, *g* (rosso, bianco, verde, giallo) poste a sinistra del segno grafico.

Posizione delle sigle.

Ricordiamo che le sigle devono apparire a destra o al disotto dei segni grafici ai quali si riferiscono.

Questa prescrizione, per quanto possibile, deve essere osservata per conferire allo schema una ancor più piacevole uniformità.

Quando la chiarezza di lettura delle sigle lo richieda, queste potranno tuttavia essere scritte anche a sinistra del segno.

Morsetti.

N - neutro

R, S, T - morsetti di linea

U, V, W - morsetti statorici del motore

u, v, w - morsetti rotorici del motore

X, Y, Z - morsetti statorici del motore opposti a U, V, W nel caso di esecuzione a fasi aperte.

r_{10}; r_{11}; r_{12}; r_{13} ecc. - prese sul resistore inserito sulla fase rotorica u

r_{20}; r_{21}; r_{22}; r_{23} ecc. - prese sul resistore inserito sulla fase rotorica v

r_{30}; r_{31}; r_{32}; r_{33} ecc. - prese sul resistore inserito sulla fase rotorica w

Vedere in merito l'esempio della fig. 46.

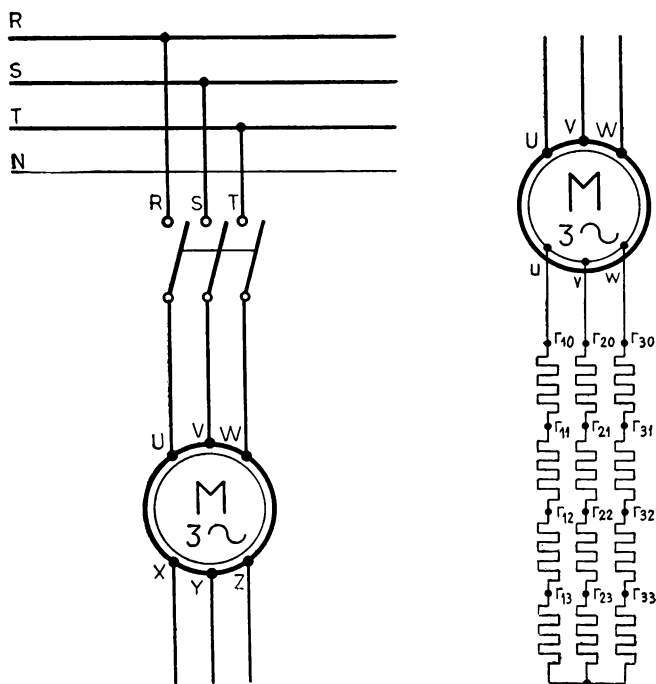



Fig. 46 - Denominazione dei morsetti secondo le prescrizioni del Codice letterale.

Un richiamo alle norme sulla identificazione dei conduttori nei quadri.

L'argomento può essere considerato non del tutto pertinente, ma il carattere industriale del volume non lo può trascurare per la sua particolare importanza.

Il cablaggio a fascio o in canalette ha reso indispensabile l'adozione di accorgimenti atti a individuare i conduttori alle loro estremità. Anellini siglati, fascette numerate autoadesive, terminalini colorati o no a numeri e lettere componibili risolvono l'aspetto pratico del problema del fissaggio delle sigle sui conduttori.

Le morsettiere, originariamente del tutto prive di indicazioni, sono state via via dapprima numerate progressivamente e poi arricchite di indicazione tanto che negli impianti più accuratamente eseguiti le indicazioni sono addirittura tre per ciascun morsetto e cioè:

— il numero progressivo occupato nelle morsettiere;

— la sigla del conduttore in arrivo;

— la sigla del conduttore in partenza.

Prima di pensare ad una inutile e costosa pignoleria si riffetta sulla situazione nella quale si viene a trovare chi, dopo avere staccato per una qualsiasi necessità alcuni conduttori della morsettiera, li debba riallacciare con sollecitudine e senza incertezza.

Tutto facile per chi trova indicazioni corrispondenti sui morsetti e sui conduttori e tanti punti interrogativi per chi deve sbrigarsela con mezzi diversi dal semplice controllo di coincidenza.

Vi sono parecchi modi di definire le indicazioni necessarie, ma poichè per gli schemi elettrici si è resa indispensabile la normalizzazione dei segni grafici e dei simboli, altrettanto indispensabile era l'adozione di un unico criterio anche per l'attribuzione delle sigle per la identificazione dei conduttori e delle morsetterie.

A ciò ha provveduto l'Ente di Unificazione Elettrotecnica Italiana, UNEL, con la pubblicazione in data 5 marzo 1963 della tabella n. 00612 dal titolo « Identificazione dei conduttori e dei cavi per il collegamento tra morsettiere di quadri e di apparecchi ».

La tabella stabilisce le regole per la definizione e la indicazione delle sigle e gli eventuali colori distintivi per i conduttori, precisa il modo di indicare le morsettiere e offre qualche esempio pratico di montaggio.

E' appena il caso di richiamare l'attenzione sulla importanza di un linguaggio comune anche per questi elementi che si possono qualificare come particolari.

Il seguire abitualmente le Norme da parte dei compilatori di schemi permette a chi se ne deve servire di concentrare l'attenzione sul contenuto elettrico dello schema stesso senza il particolare senso di disagio determinato dal dovere forzatamente interpretare criteri inutilmente personalizzati, in genere privi di utilità pratica.

Appendice

Schema funzionale dei circuiti di una centrale idroelettrica

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- Comando a distanza di avviamento e di arresto.
- Avviamento del gruppo turbina-alternatore, parallelo con la rete e regolazione del carico completamente automatici.

AVVERTENZA

La descrizione da pag. 89 a pag. 100 è un esempio di quella che ogni ditta dovrebbe fornire a corredo di schemi che rappresentano circuiti un po' complessi. Ciò per garantirne la pronta e perfetta comprensione da parte di coloro che devono interpretare lo schema o condurre il macchinario e gli apparecchi interessati dai circuiti che lo schema stesso rappresenta.

Data la particolare natura di questo volume, che si rivolge anche a chi intende apprendere l'uso degli schemi funzionali per la progettazione, ci è parso utile indicare le ragioni che hanno indotto a realizzare i circuiti come sono tracciati nell'esempio.

Tali note esplicative sono contenute nel commento delle pagg. 101 ÷ 108 e chiariscono soltanto una parte delle considerazioni che hanno guidato il progettista nella elaborazione dello schema. Comunque, sono un esempio della somma di ragionamenti necessari per la realizzazione di un circuito complesso.

Desideriamo ancora ricordare che lo schema è tracciato nelle condizioni volute dalle Norme e cioè ***con circuiti non in tensione.***

Per potere più facilmente rintracciare nello schema i dettagli richiamati dalla descrizione, è stata segnata una numerazione di riferimento lungo la parte inferiore dello schema; in altri termini, questo è stato suddiviso in tante colonne numerate.

Nella descrizione e nel commento i numeri corrispondenti alle colonne ove si trova il circuito in discorso, sono segnati tra parentesi, in neretto, ed intercalati nel testo ove necessario.

PREMESSE

Si suppone che l'impianto idroelettrico considerato in questo esempio debba utilizzare il salto disponibile in un canale di irrigazione con portata d'acqua variabile in relazione ai prelievi delle utenze a monte lungo il canale.

Lo schema elettrico unifilare della installazione è riprodotto nella tavola 1; il complesso idraulico con i principali organi richiamati nello schema e nella descrizione, sono schematicamente rappresentati nella tavola 2.

La centrale è sorvegliata da un guardiano al quale sono anche affidati altri compiti; pertanto *il funzionamento del gruppo avviene in modo completamente automatico in centrale non presidiata.*

Data la particolare natura della centrale (servizio di base, modesta potenza, automatica non sorvegliata), il macchinario è caratterizzato dalla estrema semplicità dei suoi annessi al fine di ridurre i servizi al minimo indispensabile, semplificare l'automatismo e realizzare un complesso di facile conduzione. Le caratteristiche principali del macchinario sono le seguenti:

Paratoia all'imbocco della condotta.

Una sola elettropompa 88 QP, ed un sistema di fine corsa, provvede all'apertura parziale per il riempimento della condotta, alla completa apertura della paratoia e a mantenerla aperta in servizio. Una elettrovalvola 20 WA è, oltre alla pompa 88 QP, l'unico organo che consente l'apertura e comanda, per diseccitazione, la chiusura della paratoia.

Turbina.

Il regolatore è privo di cassa d'aria; l'olio in pressione in fase di avviamento è fornito da una elettropompa 88 QR sostituita in esercizio da una pompa meccanica 88 QRM mossa dall'albero della turbina, per assicurare la pressione dell'olio anche in fase di arresto.

Il cuscinetto di guida è in bagno d'olio e privo di circolazione d'acqua per il raffreddamento.

Per il drenaggio delle perdite della tenuta sull'albero della turbina, sono previsti due eiettori, di cui uno di riserva, funzionanti mediante una presa d'acqua a monte della paratoia. Servono quindi anche a gruppo fermo.

Alternatore.

E' munito di cuscinetti di guida autolubrificati in bagno d'olio. Il sopporto di spinta è naturalmente in bagno d'olio e il raffreddamento dei suddetti sopporti come dell'aria di ventilazione (effettuata in ciclo chiuso), avviene mediante acqua prelevata da una presa a valle della paratoia. Le circolazioni si stabiliscono pertanto prima che il gruppo inizi il suo moto di rotazione. Sulla presa è installato un appropriato filtro per togliere dall'acqua le eventuali impurità.

La frenatura dell'alternatore è realizzata mediante martinetti idraulici ad olio e la pressione è ottenuta con pompa a mano. La frenatura automatica non è necessaria perchè il sopporto michell è previsto per funzionare regolarmente anche a giri ridotti nella fase di arresto e i cuscinetti di guida sono autolubrificati.

L'alternatore per l'alimentazione del motore del pendolo è del tipo a magneti permanenti secondo il moderno orientamento in questo campo.

Trasformatore.

E' in olio con raffreddamento naturale in aria mediante radiatori a tubi e non abbisogna di alcun servizio per il suo funzionamento.

Interruttore di linea.

E' del tipo in olio ridotto con comando a molla. Pertanto la potenza richiesta per la sua chiusura è limitatissima, trattandosi di un piccolo elettromagnete di sgancio. La molla si ricarica automaticamente mediante un motorino da 50 W

* * *

Gli accorgimenti sopraccennati hanno pure consentito di limitare la potenza del trasformatore dei servizi ausiliari ad un valore particolarmente modesto.

DESCRIZIONE DEI CIRCUITI

Generalità.

L'avviamento del gruppo turbina Kaplan-alternatore è fatto a distanza dal posto base chiudendo l'interruttore che mette in tensione la linea a 15 kV di interconnessione con la centrale, l'arresto aprendo il medesimo interruttore.

Le operazioni relative alla sequenza di avviamento, sincronizzazione, parallelo, presa e regolazione del carico avvengono automaticamente e la dotazione di protezioni è tale da garantire la piena tranquillità di esercizio.

Oltre alle suddette condizioni *normali*, è anche possibile, mediante la manovra di appositi commutatori, un *servizio con comando locale* ed in questo caso si susseguono automaticamente le sole operazioni relative all'avviamento del gruppo. La sincronizzazione, il parallelo, la presa e regolazione del carico, devono essere effettuate mediante successive manovre a mano.

Tale possibilità ed altre che saranno chiarite in seguito, consentono di eseguire prove in completa indipendenza dalla sequenza automatica e di assicurare in ogni caso l'esercizio in occasione di funzionamento irregolare di qualche elemento automatico. La descrizione che segue si riferisce alle *condizioni normali* di esercizio e cioè, come già precisato, *con gruppo comandato a distanza dal posto base.*

Un paragrafo al termine della descrizione darà alcuni chiarimenti sul servizio in comando locale che offre svariate combinazioni.

Operazioni preliminari.

Per mettere il gruppo in condizioni di esercizio, occorre naturalmente disporre gli organi di manovra dei circuiti di alta e bassa tensione nelle prescritte posizioni di servizio e controllare che le macchine ausiliarie siano nelle condizioni stabilite per il loro regolare funzionamento. Si deve inoltre porre nella giusta posizione di esercizio gli organi di intercettazione dei circuiti oleodinamici della paratoia e della turbina nonchè quelli dei refrigeranti dell'aria dell'alternatore, dell'olio del regolatore e dei cuscinetti di guida.

Si dovrà quindi chiudere, sul quadro, gli interruttori sul lato c.a. dei raddrizzatori dei circuiti dei comandi e di alimentazione della bobina di chiusura dell'interruttore di campo, nonchè l'interruttore 8 per l'alimentazione dei circuiti con corrente raddrizzata a tensione stabilizzata.

Dopo avere controllato che il reostato della eccitatrice ausiliaria sia nella giusta posizione di servizio, si possono predisporre in « automatico » i commutatori 43 P (del parallelo) e 43 R (della regolazione di tensione) ed in « distanza » il commutatore 43 LD (della scelta servizio).

Ciò fatto, tutto è predisposto nelle condizioni necessarie per assicurare il servizio senza la continua presenza del personale.

Successione delle manovre alla messa in servizio.

Allorchè nel posto base si desidera mettere in marcia il gruppo, basta dare il comando di chiusura dell'interruttore che mette in tensione la linea di collegamento e quindi, a mezzo del trasformatore dei servizi, anche i circuiti dei comandi. Il relè 1 (di tensione in linea), si eccita (**12**) (*) ed ha inizio la successione automatica delle seguenti manovre:

a) chiusura del relè di comando 4;

b) avviamento della pompa 88 QR dell'olio del regolatore;

c) avviamento della pompa 88 QP dell'olio della paratoia 20 W;

d) apertura parziale della paratoia stessa;

e) riempimento lento della condotta forzata;

f) apertura totale della paratoia 20 W;

g) avviamento e accelerazione del gruppo;

h) chiusura dell'interruttore di campo 41 e messa in tensione dell'alternatore sotto il controllo del regolatore automatico della tensione.

i) inserzione dell'apparecchio di parallelo automatico 25;

l) chiusura dell'interruttore di linea 52;

m) presa di carico in regolazione automatica.

I circuiti sono studiati in modo che non si compia una manovra se la precedente non ha raggiunto l'effetto previsto; l'intera sequenza è controllata dal relè 48 (**17**) che mette in blocco il gruppo se la sequenza, per qualsiasi motivo, non si compie nel tempo stabilito.

La descrizione che segue considera singolarmente le suddette manovre e di ciascuna precisa le condizioni che la consentono e l'effetto prodotto. Ciò permette una pronta individuazione di eventuali irregolarità e la loro eliminazione.

Non sono descritti alcuni dettagli che per la loro semplicità ed evidenza, sono chiaramente leggibili a prima vista.

(*) Ricordiamo che i numeri in neretto, posti fra parentesi, indicano a colonna dello schema funzionale riportato in fondo al volume nella quale è compreso il complesso di cui si parla nel testo. Ciò nel solo intento di facilitare la ricerca, come è già stato detto nella avvertenza di pag. 88.

a) Chiusura del relè di comando 4.

Come già detto, il relè 1, per effetto della presenza di tensione in linea, si è eccitato ed ha chiuso, dopo 2 secondi, il suo contatto (**13**) che completa il circuito della bobina del relè 4 se:

a-1) la paratoia è completamente chiusa ...... (f.c. 20 Wcc chiuso) (**13**)
a-2) il distributore della turbina è completamente chiuso .... (f.c. 33 cc chiuso) (**13**)
a-3) il limitatore di carico al minimo .... (f.c. 65 ML cm chiuso) (**13**)
a-4) il relè di potenza nulla 37 a riposo ...... (contatto 37 chiuso) (**13**)
a-5) il relè di blocco 86 a riposo .... (contatto 86 chiuso) (**13**)

Il relè 4 eccitato:

a-6) cortocircuita il f.c. 20 Wcc per autoalimentarsi quando si apre la paratoia (**14**).
a-7) commuta la segnalazione « Gruppo fermo » in quella di « Gruppo in avviamento » (**14**) (**15**).
a-8) eccita il relè 48 (**17**) che inizia il controllo della durata della sequenza di avviamento.
a-9) avvia l'elettropompa del regolatore 88 QR (**19**).
a-10) predispone altri circuiti che saranno illustrati più avanti.

b) Avviamento della pompa 88 QR dell'olio del regolatore.

b-1) E' una conseguenza della chiusura del relè 4 e avviene a mezzo del teleruttore 6-88 QR (**19**) (**22**) che alimenta il motore M 88 QR (**22**).
b-2) La pompa mette in pressione i circuiti oleodinamici della turbina in fase di avviamento.
b-3) Infatti viene fermata sia dal contatto 41 (**19**) che si apre, come si vedrà, quando il gruppo è a giri normali, che dal funzionamento della pompa meccanica QRM in conseguenza dello scatto del pressostato 63 Q RM (**20**) che controlla la pressione olio regolatore lato pompa meccanica.

c) Avviamento della pompa 88 QP dell'olio della paratoia.

c-1) L'avvenuto avviamento della elettropompa 88 QR, alla pressione di servizio, provoca lo scatto del pressostato 63 QR (**17**) ed in conseguenza si mette in marcia l'elettropompa 88 QP della paratoia a mezzo del teleruttore 6-88 QP (**18**) (**21**) che alimenta il motore M 88 QP (**21**).
La pompa provvede alla apertura della paratoia e a mantenerla aperta in esercizio come sarà precisato nelle descrizioni *d*) *e*) *f*)

d) Apertura parziale della paratoia stessa.

d-1) Il pressostato 63 QR, oltre a quanto già visto in c-1), alimenta la elettrovalvola 20 WA che blocca nel complesso oleodinamico della paratoia, lo scarico della pressione dell'olio; la paratoia si apre, ma solo di pochi centimetri per scatto del f.c. 20 W a-b.p. (**18**) che ferma la pompa 88 QP. Ciò allo scopo di consentire il riempimento lento della condotta.

e) Riempimento lento della condotta forzata.

e-1) Attraverso la luce di pochi centimetri può passare infatti una limitata quantità d'acqua che riempie gradualmente la condotta contenendo le conseguenti sollecitazioni nei limiti desiderati.

e-2) *Con il riempimento della condotta si alimentano anche i diversi refrigeranti dell'aria e dell'olio perchè la presa dell'acqua è prevista a valle della paratoia con adeguato filtro.*

f) Apertura totale della paratoia.

f-1) Allorchè il livello dell'acqua a valle della paratoia è prossimo a quello di monte, cioè la condotta è praticamente piena, il galleggiante 99 W chiude il suo contatto 99 WA (**18**), l'elettropompa 88 QP si rimette in marcia e la paratoia riprende il suo movimento ascensionale.

f-2) A completa apertura, con il f.c. 20 Waa (**18**), ferma la pompa 88 QP e predispone il circuito di apertura del distributore della turbina.

Durante il servizio la paratoia rimane aperta perchè l'olio resta in pressione per effetto della valvola di ritegno sulla premente della pompa 88 QP *e perchè la* 20 WA *è eccitata (ricordare* d-1). *Se la paratoia si abbassa di qualche centimetro per imperfetta tenuta delle guarnizioni, provoca la chiusura del f. c.* 20 Waa (**18**) *che rimette in marcia la pompa e ripristina la posizione normale.*

g) Avviamento e accelerazione del gruppo.

L'operazione è possibile perchè:

— il relè di comando 4 è eccitato . (contatto 4 chiuso) (**23**)

— la pompa del regolatore in marcia e l'olio alla giusta pressione . . . . (contatto 63 QR chiuso) (**23**)

— la paratoia è totalmente aperta (contatto f.c. 20 Wca chiuso) (**23**)

Perchè il gruppo possa vincere l'attrito di primo distacco e iniziare il suo moto di rotazione si deve:

g-1) eccitare l'elettrovalvola 65 A che blocca lo scarico dell'olio e mette in pressione i circuiti oleodinamici del regolatore;

g-2) eccitare *temporaneamente* l'elettrovalvola 65 Avv che provoca la completa apertura delle pale della ruota.

g-3) aprire il distributore fino all'apertura di spunto.

I circuiti realizzano tale successione come segue:

— il relè 33 X (**25**), ausiliario del distributore già eccitato dalla chiusura del relè 4, ha predisposto (**24**) l'alimentazione sia della 65 Avv che (**26**) del motorino 65ML a mezzo del relè 65 MLAX (**26**);

— la totale apertura della paratoia, con il f.c. 20 Wca alimenta (**23**) il relè ausiliario 65 AX che a sua volta completa (**24**) il circuito delle elettrovalvole 65 A e 65 Avv, taglia (**25**) il circuito del 33 X che rimane autoalimentato attraverso il contatto 33 a 2/10 della posizione di spunto del distributore.

Non appena le pale della ruota raggiungono la posizione di totale apertura, il contatto f.c. 33 pale (**26**) completa il circuito del relè 65 MLAX che, come già precisato, a mezzo del motorino 65 ML provoca l'apertura del distributore fino alla posizione di spunto (apertura 2/10). In tale posizione infatti si apre (**25**) il f.c. 33 a 2/10, si diseccita definitivamente il 33 X che ferma il distributore nella posizione raggiunta, diseccita la 65 Avv e le pale si portano nella posizione normale stabilita dal regolatore.
Il gruppo ha intanto iniziato il suo moto di rotazione e accelera; l'alternatore a magneti permanenti alimenta il motore del pendolo e il gruppo, sotto il controllo del regolatore della turbina, raggiunge la velocità corrispondente alla posizione del variagiri.

h) Chiusura dell'interruttore di campo 41 e messa in tensione dell'alternatore.

Con l'aumentare della velocità del gruppo, la eccitatrice ausiliaria fornisce ai suoi morsetti una tensione crescente che ad una velocità prossima a quella di sincronismo, assume un valore tale da eccitare (**31**) il relè 80 il quale:

h-1) chiude (**32**) l'interruttore di eccitazione 41;

h-2) inserisce (**64**) le protezioni relative al controllo della circolazione dell'acqua di raffreddamento, chiusura accidentale paratoia 20 W, minimo livello vasca di carico e minima pressione olio lato pompa meccanica. Il circuito dell'interruttore 41 comprende (**32**) il noto relè di controrichiusura 41 Y.

h-3) L'alternatore va in tensione sotto il controllo del regolatore automatico.

h-4) La chiusura dell'interruttore 41 predispone anche la manovra del motorino variagiri 65 MV (**36**).

h-5) Contemporaneamente mette in marcia l'elettrocompressore d'aria M 88 L (**55**) del regolatore automatico di carico a mezzo del teleruttore 6-88 L (**54**).

i) Inserzione dell'apparecchio di parallelo automatico 25.

Avviene in conseguenza della già descritta chiusura del 41.

i-1) Un contatto (**40**) dell'interruttore completa il circuito del relè 25 X di inserzione dell'apparecchio 25.

i-2) Alimenta la bobina 52 BA (**43**) (di apertura a mancanza di tensione) predisponendo l'aggancio dell'interruttore 52 dopo il parallelo.

L'apparecchio 25 è previsto del tipo ad angolo di anticipo variabile, completo del dispositivo di comando del variagiri per la sincronizzazione automatica. L'alimentazione (**47**) ÷ (**53**) delle tensioni di confronto nonchè quella dei circuiti di comando è fatta dal già citato relè 25 X. Durante il tempo necessario a portare il gruppo alla velocità di sincronismo, gli opportuni comandi pervengono (**37**) (**38**) ai relè 65 MV AX e 65 MV DX e quindi al variagiri, direttamente dai dispositivi interni dell'apparecchio.

l) Chiusura dell'interruttore di linea 52.

l-1) Allorchè si verificano le condizioni per il corretto parallelo, il relè 25 C del 25 chiude il suo contatto (**40**) che lanciando corrente alla bobina 52 BC chiude l'interruttore 52 per scatto della relativa molla e mette l'alternatore in parallelo.

l-2) L'interruttore si aggancia per quanto già detto in i-2); la molla di azionamento viene ricaricata dal motorino M 52 (**44**).

l-3) Come si può facilmente rilevare i circuiti di comando del 52 comprendono (**41**) il solito relè di controrichiusura 52 Y e con un contatto di quest'ultimo eccitato, si toglie (**40**) l'alimentazione del 25 X escludendo l'apparecchio di parallelo 25 che ormai ha compiuto la sua funzione.

l-4) La chiusura del 52 provoca anche la commutazione (**16**) della segnalazione di « Gruppo in avviamento » in quella di « Gruppo in marcia » e la diseccitazione (**17**) del relè 48 perchè la sequenza è avvenuta entro il tempo prescritto. Inoltre si compiono anche le manovre per la successiva presa di carico e controllo erogazione di energia di cui si dirà in appresso.

m) Presa di carico in regolazione automatica.

Con la chiusura dell'interruttore 52 e la conseguente messa in parallelo dell'alternatore, ha termine la sequenza automatica relativa alla vera e propria operazione di avviamento e messa in servizio del gruppo. Ai fini dell'esercizio è però necessario compiere le indispensabili manovre per la presa di carico in base alla portata d'acqua del canale che, come già è stato precisato, è variabile in relazione alla entità dei prelievi delle utenze di irrigazione. Per giungere automaticamente a tale scopo, il regolatore della turbina è stato munito di un particolare dispositivo che regola l'apertura del distributore in relazione alla portata del canale, mantenendo il livello a monte ad un valore molto vicino a quello massimo per l'evidente convenienza di non perdere una percentuale troppo alta del modesto salto disponibile.

Il sistema adottato è quello con copiatore di livello a campana pneumatica e dispositivo di comando meccanico diretto del meccanismo limitatore di carico del regolatore.

In fase di avviamento (ricordare l'operazione h-5) è stato messo in marcia il compressore 88 L del dispositivo copiatore di livello e l'apparecchio è quindi nelle normali condizioni di funzionamento; la chiusura del 52 provoca il movimento di aumento sia (**36**) del motorino del variagiri che (**28**) del motorino del limitatore di carico; pertanto l'apertura della turbina, e quindi la potenza erogata rimangono sotto il controllo del regolatore automatico di carico.

Protezioni.

Durante il funzionamento il gruppo rimane sotto il controllo dei dispositivi di protezione sottoelencati che intervengono per fermare il gruppo in caso di anormalità.

Trattandosi di una centrale non presidiata le protezioni sono tutte con blocco, cosa che richiede il ripristino manuale dell'unico relè 86 (**58**). E' stata preferita questa soluzione per un più efficace controllo delle cause di intervento delle protezioni stesse. Per sollecitare comunque l'intervento del personale è stato previsto (**73**) un dispositivo ottico con cartellino e acustico per la segnalazione nella casa del guardiano di avvenuto intervento del relè 86. Il tutto alimentato da una piccola batteria di accumulatori tipo auto a 12 volt.

Le protezioni di natura elettrica (**58**) ÷ (**61**) sono le seguenti e la loro funzione è ben nota:

massima tensione; massima corrente; differenziale; massa statorica e massa rotorica.

Esse agiscono (**60**) sull'unico relè a cartellino 30-1 perchè ciascuna è munita di segnalatore interno di intervento.

Le altre protezioni riguardano:

a) Massimo tempo di avviamento (**61**). Già descritta.

b) Frenatura accidentale (**62**). Interviene nel caso che si manovri la pompa a mano di frenatura durante la marcia del gruppo o che qualche freno non sia tornato nella posizione di riposo dopo l'ultima manovra.

La protezione è inserita dal relè 4 *perchè deve intervenire solamente in avviamento e durante la marcia del gruppo.*

c) Sovravelocità accidentale (**62**). Interviene nel caso di irregolarità nel complesso del regolatore della turbina.

d) Livello anormale olio cassa michell (**63**). Serve sia in caso di perdita d'olio che in caso di perdita del serpentino dell'acqua di raffreddamento.

e) Minimo livello vasca di carico (**63**). Per fermare il gruppo nel caso che il mancato funzionamento del regolatore automatico di carico faccia assorbire alla turbina una portata maggiore di quella disponibile.

f) Chiusura accidentale paratoia (**64**).

g) Minima pressione olio pompa meccanica del regolatore (65).

h) Mancata circolazione (**65**) ÷ (**67**) acqua raffreddamento di:

— refrigeranti aria alternatore;
— refrigerante olio sopporto michell;
— refrigerante olio cuscinetto guida superiore alternatore;
— refrigerante olio cuscinetto guida inferiore alternatore;
— refrigerante olio regolatore turbina.

Le protezioni e), f), g) *e* h), *sono inserite* (**63**) *a velocità prossima al sincronismo dal relè* 80 *in quanto la* e) *e la* f), *interessano con il gruppo in marcia, la* g) *quando la pompa funziona per effetto della rotazione del gruppo e le protezioni sotto* h), *perchè si deve dare tempo alle circolazioni di stabilirsi con la necessaria regolarità* (*ricordare operazione* e-2).

i) Massima temperatura (**68**) ÷ (**70**) di:

— aria raffreddamento alternatore;
— sopporto michell;
— cuscinetto di guida superiore dell'alternatore;
— cuscinetto di guida inferiore dell'alternatore;
— cuscinetto di guida della turbina;

l) Intervento relè Buchholz del trasformatore (**71**).

m) Massima temperatura olio trasformatore (**71**).

Arresto volontario del gruppo.

Per fermare il gruppo dal posto base, basta aprire l'interruttore della linea di collegamento con la centrale. Si susseguono allora automaticamente le manovre seguenti.

Non potendo erogare energia (per effetto dell'apertura dell'interruttore al

posto base) il gruppo tende ad aumentare la sua velocità, ma viene controllato dal pendolo del regolatore; il distributore della turbina si porta all'apertura di marcia a vuoto e pertanto mediante il f.c. 33 a 2,5/10 si eccita (**57**) il relè 37 che, dopo 5' (1) apre il suo contatto e diseccita il relè di comando 4 (**13**).

Il relè 4, diseccitato, provoca:

— l'apertura (**40**) dell'interruttore 52
(per effetto della diseccitazione della 52 BA);

— l'apertura (**33**) dell'interruttore 41;
(per effetto del lancio di corrente, prelevata dalla eccitatrice ausiliaria, alla 41 BA);

— la chiusura totale (**23**) del distributore 33 della turbina
(per effetto della diseccitazione della elettrovalvola 65 A);

— la chiusura (**17**) della paratoia 20 W
(per effetto della diseccitazione della elettrovalvola 20 WA);

— predispone (**29**) il riporto al minimo del motorino del limitatore di carico

— commuta (**14**) la segnalazione di « Gruppo in marcia » in quella di « Gruppo fermo »;

— taglia (**54**) oltre al 41, il circuito del 6-88 L.

I vari organi si portano quindi nelle condizioni necessarie per un nuovo avviamento.

Arresto per intervento di una protezione.

Il relè di blocco 86, alimentato dal contatto di una qualsiasi protezione, si eccita e provoca istantaneamente:

— la diseccitazione (**13**) del relè di comando 4 e di conseguenza le manovre già descritte per l'arresto volontario;

— la segnalazione (**73**) nella casa del guardiano a mezzo del relè a cartellino 30-13 e relativa suoneria.

Per poter avviare nuovamente il gruppo è necessario l'intervento del personale per lo sblocco del relè 86 che si aggancia dopo la sua eccitazione per intervento delle protezioni.

Integrano le protezioni suddette alcuni relè installati sull'entrata linea nel posto base e cioè:

— Un relè di massima corrente con tempo di intervento minore di quello installato in centrale.

Interviene per sovraccarichi di esercizio facendo scattare l'interruttore e provocando in conseguenza l'arresto normale del gruppo.

— Un relè di massima corrente direzionale.

Interviene per corrente di ritorno a causa di guasti nella linea di collegamento con la centrale).

— Un relè di potenza nulla.

*Interviene allorchè in centrale il gruppo viene fermato da una protezione, per aprire l'interruttore al posto base e togliere tensione in linea per evitare un immediato avviamento al ripristino dell'*86.

---

(1) Ritardo necessario per non provocare scatti intempestivi in esercizio durante la regolazione automatica del carico.

SÈRVIZIO IN COMANDO LOCALE

Oltre alle manovre automatiche con comando a distanza, lo schema prevede la possibilità di un servizio in « comando locale » il quale consente:

a) l'avviamento automatico del gruppo come descritto per il comando a distanza; la sequenza ha però termine con la chiusura dell'interruttore di di eccitazione 41;

b) la sincronizzazione a mano agendo, mediante il deviatore MVAD sui circuiti dei relè ausiliari del motorino variagiri;

c) la messa in parallelo a mano chiudendo l'interruttore 52 mediante la pressione sul relativo pulsante P 52 C;

d) la regolazione a mano della tensione manovrando l'apposito reostato dopo l'esclusione a mezzo del commutatore 43 R del regolatore automatico:

e) la regolazione del carico a mano agendo, mediante il deviatore MLAD, sui circuiti dei relè ausiliari del motorino limitatore di carico.

Servizio	Posizione commutatori			Manovre	
	43 LD	43 P	43 R	automatiche	a mano
escluso	F L D	M A	M A	Non è possibile alcuna manovra e la posizione dei commutatori 43 P, 43 R è indifferente	
normale con comando a distanza	F L D	M A	M A	Tutte	—
eccezionale con comando locale	F L D	M A	M A	— avviamento fino alla chiusura interr. ecc. 41	— sincronizzazione — parallelo — presa di carico — regolaz. tensione
	F L D	M A	M A	— avviamento fino alla chiusura interr. ecc. 41 — regolaz. tensione	— sincronizzazione — parallelo — presa di carico
	F L D	M A	M A	Tutte	—

Anche effettuando il comando locale di avviamento è però possibile compiere l'intera sequenza automatica come nel comando a distanza oppure ottenere combinazioni diverse a seconda delle esigenze, predisponendo nelle opportune posizioni i commutatori 43 LD; 43 P; 43 R. La tabellina a pag. 99 riepiloga tutte le possibilità offerte dai circuiti in base alla posizione dei commutatori.

Dall'esame dello schema è facile rilevare come non vi siano interferenze tra le diverse possibilità di manovra a mano e automatica nel senso che quando si è scelto un determinato tipo di manovra, per esempio « automatica », quelle corrispondenti a mano sono tagliate dai commutatori di predisposizione. Al contrario, se la scelta fosse stata per il sistema « a mano » i circuiti del comando automatico dei diversi elementi risultano egualmente esclusi.

In particolare si può notare che anche nel comando « a mano » è rispettato il criterio di non consentire una manovra se quella che la deve precedere non è regolarmente compiuta. La semplicità dei circuiti relativi ai comandi « a mano » e le spiegazioni già fornite, esimono da una dettagliata descrizione.

COMMENTO ALLA DESCRIZIONE DEI CIRCUITI

Eccitazione e diseccitazione dell'alternatore (colonne 1 ÷ 7).

Benchè la potenza dell'alternatore consigli l'impiego di un regolatore di tensione statico con eccitazione a mezzo di raddrizzatori al silicio, per ragioni didattiche data la natura del volume il regolatore automatico della tensione 90 è stato scelto del tipo reostatico ad azione diretta a settori oscillanti e di conseguenza l'alternatore è dotato di eccitatrice principale ed ausiliaria; l'interruttore di campo 41 infine è munito del noto sistema di diseccitazione rapida sistema Santuari.

La rappresentazione dei circuiti non è in forma strettamente funzionale, ma in una situazione di compromesso con quella multifilare. Si è ritenuto più utile ricorrere a tale sistema per la maggiore evidenza delle connessioni e la pronta individuazione delle macchine e degli apparecchi.

Alimentazione dei circuiti di comando (colonne 8 ÷ 11).

La situazione di estrema semplicità degli annessi del gruppo (precisata a pagina 89)*; la sua potenza relativamente modesta; il funzionamento completamente automatico in centrale non presidiata; l'esclusione di un eventuale servizio separato; il desiderio di realizzare una installazione semplice e di costo limitato; hanno indotto a considerare la possibilità di eliminare la batteria di accumulatori che, solitamente, viene installata nelle centrali per l'alimentazione dei circuiti dei comandi ed eventuali impianti ausiliari.*

La cosa è risultata possibile anche in relazione al fatto che, utilizzando il lancio di tensione in linea come comando di avviamento, si può assicurare l'alimentazione dei servizi mediante il trasformatore allacciato alla linea.

Non volendo però rinunciare ai vantaggi della alimentazione in corrente continua dei relè, motorini, ecc., sono stati previsti i raddrizzatori KC *per i comandi e* K 41 *per l'interruttore di campo. Il raddrizzatore* KC *è dotato di adatto sistema stabilizzatore per fornire corrente raddrizzata e livellata a tensione praticamente costante, anche con ampie variazioni del carico e dei valori della tensione e frequenza della alimentazione a corrente alternata.*

Il raddrizzatore K 41 *invece è di tipo normale non stabilizzato; entrambi hanno naturalmente la stessa tensione in uscita e sono di potenza tale da costituire reciproca riserva in caso di necessità collegando in parallelo i loro circuiti utilizzatori.*

Segnalazione di contatti a massa nei circuiti di comando (colonna 11).

E' realizzata col noto, semplice sistema delle due lampadine in serie col centro collegato alla massa. Si può ottenere una buona segnalazione anche di modeste dispersioni per l'effetto di contrasto della diversa luminosità delle lampade (minore in quella collegata con la polarità soggetta a dispersione e maggiore in quella della polarità isolata).

Avviamento e arresto (colonne 12 ÷ 14).

Il commutatore 43 LD *è a tre posizioni e serve sia come predispositore per il comando a distanza (pos.* D = *distanza), che per mettere e mantenere fuori servizio il gruppo (pos.* F = *fermo), come per dare il comando di avviamento locale (pos.* L = *locale).*

E' stato preferito questo sistema per la sua semplicità a confronto di quello che prevede il predispositore ed i pulsanti di comando di avviamento e arresto, a causa dei quali occorrono contatti per l'autoalimentazione dei relè comandati.

Il relè 1 (**12**) *non è strettamente indispensabile in quanto è possibile col* 43 LD *pilotare direttamente il circuito del relè* 4. *Si è ritenuto opportuno introdurre il suddetto relè di tensione perchè di maggior precisione nella eccitazione a un determinato valore di tensione e con possibilità di regolazione. Inoltre il ritardo di* 2'' *nella chiusura del contatto, permette di non interessare l'inizio della sequenza in caso di mancato aggancio dell'interruttore nel posto base ed alla tensione dei comandi di stabilirsi al giusto valore.*

Circuito del relè di comando 4 (colonne 13 ÷ 14).

E' chiaro che il relè non si eccita se tutti i contatti inseriti nel circuito della sua bobina non sono chiusi. Ciò è fatto allo scopo di verificare che le manovre di chiusura della paratoia e di chiusura del distributore della turbina che si sono compiute automaticamente al precedente arresto del gruppo, si sono svolte in modo completo e che il limitatore di carico è tornato nella posizione corrispondente alla totale chiusura del distributore.

Una irregolarità nelle suddette manovre potrebbe provocare, per esempio, un intempestivo avviamento del gruppo non appena si stabiliscono le pressioni dell'olio nei circuiti oleodinamici della paratoia e del regolatore. In ogni caso occorre rilevare l'inconveniente per le necessarie verifiche tendenti ad eliminare le cause che lo hanno prodotto.

Sempre allo scopo di controllare la regolarità della sequenza di avviamento, è stato posto il contatto 65 AX (**14**) *che cortocircuita i contatti* f.c. 33 cc *e* 65 MLcm *solamente quando, con l'eccitazione* (**23**) *del relè* 65 AX *conseguente alla totale apertura della paratoia* 20 W, *si devono muovere il limitatore di carico e quindi il distri-*

butore per avviare il gruppo. Queste operazioni aprono i rispettivi contatti nel circuito del relè 4 che si disecciterebbe interrompendo le manovre di avviamento se l'alimentazione non fosse assicurata dal citato contatto 65 AX.

Inoltre, poichè in servizio il 65 AX *può* (**23**) *diseccitarsi per intempestiva chiusura della paratoia o per minima pressione olio regolatore e (conseguente apertura del* f.c. 20 Wca *o del pressostato* 63 QR), *è chiaro che il contatto* 65 AX *nel circuito del* 4 *ha pure un compito di protezione perchè in questi casi toglierebbe l'alimentazione del* 4 *provocando l'arresto del gruppo.*

Segnalazioni di gruppo (colonne 14 ÷ 16).

Le tre segnalazioni di gruppo "fermo", "in avviamento", "in marcia", poichè previste in una centrale automatica non presidiata, si possono considerare un poco eccessive.

Trattandosi però di un circuito molto semplice si è preferito adottarle per dare al personale una pronta visione della situazione in atto a complemento delle segnalazioni di posizione degli interruttori di eccitazione 41 *e di linea* 52.

Si può notare che la commutazione della dicitura da « gruppo in avviamento » a « gruppo in marcia » nel caso di parallelo a mano avviene alla chiusura del 41 *ultima manovra della sequenza automatica in questo caso.*

Relè eccessivo tempo avviamento (colonna 17).

Quando il comando è fatto in luogo è implicita la presenza del personale, e pertanto si è ritenuto utile escludere l'intervento del relè 48 *perchè, ovviamente, il personale controlla le manovre ed interviene direttamente in caso di anomalie. Inoltre l'esclusione del* 48 *permette di eseguire eventuali prove di qualsiasi durata su di una parte del macchinario (per esempio la sola paratoia) senza che il* 48 *provochi lo scatto al termine del tempo di taratura.*

Avviamento pompe olio regolatore e paratoia (colonne 17 ÷ 22).

Benchè la successione naturale delle manovre suggerisca di dare la precedenza alla pompa della paratoia per ottenere l'apertura di quest'ultima si è preferito mettere in marcia prima l'elettropompa 88 QR *del regolatore per fornire pressione ai circuiti oleodinamici e garantire la posizione di chiusura del distributore.*

In alcuni casi infatti, il distributore della turbina ha tendenza ad aprire sotto la sola pressione dell'acqua. L'accorgimento comunque non provoca un apprezzabile ritardo nell'avviamento del gruppo poichè la mandata in pressione dell'olio, e quindi l'avviamento della 88 QP, *avviene in pochi secondi.*

Paratoia 20 W.

E' una paratoia piana capace di chiudere sotto flusso in caso di mancata chiusura del distributore della turbina.

Tra i diversi sistemi di sollevamento; di mantenimento in posizione di aper-

tura; di scatto e chiusura rallentata; si è preferito scegliere quelli che li realizzano con mezzi meccanici ed elettrici di estrema semplicità e robustezza. Pertanto è stato scelto il sollevamento a pressione d'olio in apposito servomotore; l'apertura e tenuta dalla pressione stessa dell'olio nel complesso oleodinamico con il consenso di una sola elettrovalvola. Quest'ultima serve anche per il comando di chiusura mediante scarico della pressione e conseguente discesa per gravità della paratoia; l'opportuno rallentamento avviene con passaggio dell'olio in scarico attraverso un foro regolabile.

Per consentire l'apertura, la elettrovalvola deve essere eccitata e quindi un eventuale suo guasto è prontamente rilevato per effetto della conseguente chiusura della paratoia e immediato intervento della protezione di « chiusura accidentale » (**64**).

Anche l'apertura parziale per il lento riempimento della condotta è ottenuto con molta semplicità dal sistema di contatti fine corsa indicati nella descrizione.

Alimentazione refrigeranti aria e olio.

Abitualmente nelle centrali idroelettriche vengono installati appositi gruppi elettropompe per l'acqua dei refrigeranti dell'aria dell'alternatore ed altri per servizi diversi tra i quali l'alimentazione dei refrigeranti dell'olio dei cuscinetti del gruppo, regolatore, ecc.

Nel caso in esame queste alimentazioni sono fatte senza pompe mediante una unica presa a valle della paratoia. La cosa è stata possibile perchè l'esiguità del salto disponibile non pone problemi di spreco di energia; infatti il livello alla vasca di carico è solo di qualche metro più in alto del refrigerante dell'olio del sopporto michell che è il più elevato utilizzatore; la derivazione è munita di apposito, adeguato filtro, capace di rendere l'acqua sufficientemente pulita anche con torbidità eccezionale. La sicurezza e semplicità che derivano dalla situazione di cui sopra sono così ovvie da non richiedere ulteriori chiarimenti.

Il flusso dell'acqua nei refrigeranti si stabilisce in avviamento non appena si apre la paratoia ed ha termine con la sua chiusura quando, cioè, si mette fuori servizio il gruppo.

Avviamento del gruppo (colonne 23 ÷ 26).

E' noto che le turbine tipo Kaplan, come quella prevista nella centrale in esame, hanno le pale della ruota orientabili in relazione all'apertura del distributore per realizzare un elevato rendimento anche con carichi fortemente parzializzati.

La presenza delle pale mobili implica però in avviamento una manovra supplementare rispetto alle turbine a pale fisse.

Mentre in queste ultime basta aprire il distributore fino all'apertura di spunto, nelle Kaplan occorre anche procedere all'apertura delle pale. E' necessario cioè portare le pale nella condizione più favorevole per l'avviamento, aprire il distributore per permettere all'acqua di agire sulle pale della ruota ed infine, dopo che il gruppo si è avviato, riportarle nella posizione corrispondente a quella del distributore e libere di muoversi in relazione ai vari gradi di apertura del distributore stesso.

E' molto importante che durante il funzionamento non vi sia pericolo di svincolo della corrispondenza di posizione pale-distributore. A questo scopo si è

preferito realizzare il circuito (**25**) *che comprende la elettrovalvola* 65 Avv *di comando apertura totale delle pale, con il relè* 33 X *che si diseccita al termine dell'avvenuta apertura di spunto e resta permanentemente a riposo durante l'esercizio togliendo quindi sicuramente l'alimentazione della elettrovalvola.*

Se il circuito della 65 Avv *fosse invece tagliato da un contatto di apertura alla eccitazione del* 33 X, *che perciò dovrebbe rimanere permanentemente sotto tensione, in caso di guasto al circuito o al relè, questo si disecciterebbe provocando l'alimentazione intempestiva della elettrovalvola e le conseguenti pericolose irregolarità di funzionamento.*

Desideriamo rilevare una particolarità dello schema e precisamente la mancanza di un relè di controllo della tensione di alimentazione del motore del pendolo del regolatore della turbina. Lo si è ritenuto inutile in quanto l'alimentazione è assicurata dal generatore a magneti permanenti e quindi indipendente da regolazioni esterne, il circuito comprende un unico cavo di collegamento e infine se per una causa del tutto eccezionale (che potrebbe anche non essere di natura elettrica, ma meccanica o idraulica del complesso regolatore), la turbina sfuggisce al controllo del regolatore interverrebbe prontamente per sovravelocità accidentale il centrifugo 12 (**63**) *provocando l'arresto del gruppo.*

Interruttore di campo 41 (colonne 31 ÷ 35).

Perchè si possa eccitare l'alternatore è necessario che la eccitatrice ausiliaria dia tensione al prescritto valore; il relè 80 (**31**) *rileva appunto la presenza della tensione e comanda la chiusura del* 41 *come indicato nella descrizione.*

L'interruttore è però dotato di bobine di chiusura e apertura a lancio di corrente continua ed è stato quindi necessario ricorrere al raddrizzatore K 41 *per la chiusura ed alla eccitatrice ausiliaria per l'apertura data la mancanza della batteria di accumulatori.*

Infatti, al comando di arresto viene a mancare tensione in linea e quindi ogni sorgente di energia elettrica ad eccezione di quella fornita dalle macchine ausiliarie del gruppo ancora in rotazione.

E' stato quindi facile (**33**) *alimentare la* 41 BA *ed assicurare l'apertura dell'interruttore in ogni caso.*

Si fa presente che l'interruttore 41 *potrebbe rimanere chiuso ad ogni arresto normale limitando la sua apertura all'intervento delle protezioni che richiedono la diseccitazione dell'alternatore.*

Si *è ritenuto invece opportuno far compiere abitualmente anche l'apertura dell'interruttore per controllare l'efficienza dei comandi e rendere uniforme la sequenza delle manovre sia in caso di arresto comandato che per intervento di protezione, quanto alla successiva ripresa del servizio.*

Circuiti dell'apparecchio di parallelo automatico 25 (colonne 47 ÷ 53).

Tra i diversi tipi di apparecchi per il parallelo automatico si è data la preferenza a quello indicato perchè dotato di eguagliatore automatico di velocità, funzionamento ad angolo di anticipo variabile e richiede una sola alimentazione monofase lato A.T.

L'apparecchio viene inserito da un contatto del 41 e non, per esempio, da un contatto 41 Y *perchè rimanga sicuramente escluso in caso di mancato aggancio del* 41. *In ogni caso l'apparecchio non darebbe comandi intempestivi mancando la tensione di confronto lato alternatore; resterebbe solamente alimentato in modo anormale, cosa che è preferibile evitare.*

Interruttore di linea 52 (colonne 40 ÷ 46).

E' previsto, come già precisato, in olio ridotto e con il comando di chiusura a molla, secondo i più recenti criteri costruttivi.

Tale sistema, oltre a soddisfare le prescrizioni delle Norme CEI sulla chiusura rapida, richiede una modestissima potenza per la ricarica della molla a confronto dei tipi aventi chiusura a solenoide o a motore.

La ricarica della molla avviene prontamente in modo del tutto automatico e quindi l'interruttore e sempre in grado di funzionare.

E' già stato detto che nella centrale in esame le segnalazioni possono essere anche superflue. E' però ovvia la necessità di conoscere la posizione di un interruttore e pertanto sul quadro non potevano mancare le lampade di segnalazione previste.

Regolazione automatica del carico (colonne 54 ÷ 56).

Svariati sono i sistemi che si possono adottare per la regolazione automatica del carico di una turbina in base al livello a monte; cioè sia di tipo meccanico costituito da un galleggiante posto nella vasca di carico che comanda direttamente il limitatore di apertura a mezzo di una fune metallica, quanto elettrici con regolazione a impulsi sul motorino del limitatore ed altri; oppure con copiatore di livello pneumatico e regolazione diretta sul limitatore di apertura.

Non è questa la sede per una disanima delle singole prestazioni connesse a specifici pregi e difetti. Tutti tendono a regolare l'apertura del distributore, in modo che la turbina assorba l'acqua in arrivo mantenendo il livello nella vasca di carico per quanto più possibile prossimo al valore massimo. Le variazioni del livello sono, in genere, contenute entro una escursione di pochi centimetri e l'impiego dell'uno o dell'altro tipo è determinato da considerazioni particolari caso per caso.

Nell'esempio considerato, dato lo scopo non specializzato di questa pubblicazione, si è ritenuto sufficiente l'adozione del tipo con copiatore pneumatico di livello di semplicissimo funzionamento. Infatti, il compressorino (14, Tav. 2) *comprime l'aria nella tubazione collegata da un lato con una campana telescopica situata in prossimità del regolatore, e dall'altro liberamente sboccante pochi centimetri sotto il livello massimo dell'acqua nella vasca di carico.*

E' chiaro che nella tubazione si stabilirà una pressione d'aria corrispondente all'altezza di immersione nell'acqua della estremità a monte del tubo e pertanto la campana telescopica sarà sollecitata a muoversi fino a trovare l'equilibrio con una molla antagonista di regolazione.

Poichè la parte mobile della campana è meccanicamente connessa con il limitatore di carico del regolatore, ne risulta che la posizione di quest'ultimo (e quindi

l'apertura del distributore della turbina) sono tali che ad ogni aumento del livello a monte corrisponderà un adeguato aumento dell'apertura del distributore e, al contrario, ogni diminuzione del livello stesso, avrà come conseguenza una riduzione di carico realizzando la desiderata regolazione automatica intorno ad un valore medio di quota molto prossimo a quello massimo.

Desideriamo precisare a coloro che non conoscono in dettaglio il funzionamento del regolatore di una turbina, che per consentire tale regolazione automatica è necessario che il dispositivo variagiri ed il dispositivo limitatore di carico, comandati a mezzo dei rispettivi motorini, siano entrambi nella posizione corrispondente rispettivamente alla massima velocità e alla massima aperura del distributore per non interferire nella regolazione.

Per questa ragione, alla chiusura dell'interruttore 52 *si alimentano in aumento sia* (**37**) *il motorino* 65 MV *del variagiri, che* (**28**) *il motorino* 65 ML *del limitatore di carico. Entrambi i motori sono fermati alla posizione di massimo dai rispettivi contatti fine-corsa.*

Considerazioni sulle protezioni (colonne 57 ÷ 74).

La descrizione precisa le ragioni per le quali si è data la preferenza al solo arresto con blocco.

Ciò potrà stupire specialmente per quanto si riferisce alla protezione di massima corrente che, solitamente, interviene per cause esterne di esercizio.

Occorre però tenere presente che nel posto base sono installati relè di massima corrente direzionali con un tempo di intervento inferiore a quello della corrispondente protezione installata sul quadro in centrale; un sovraccarico di esercizio pertanto fa prima scattare l'interruttore al posto base con il conseguente normale arresto del gruppo. Un eventuale guasto nella linea di collegamento tra la centrale e il posto base, provoca invece l'intervento sia del relè di massima in centrale che di quello a ritorno di corrente pure installato nel posto base. Di un terzo relè di potenza nulla, pure installato nel posto base, si dirà più avanti. E' quindi ragionevole rendersi conto dei motivi che hanno provocato l'intervento delle protezioni e da ciò la decisione di generalizzare lo scatto con blocco per tutte le protezioni.

Per introdurre il minor numero di elementi intermedi tra la causa e l'effetto, i contatti delle protezioni agiscono direttamente sul relè di blocco 86 *e questo sul circuito del relè* 4 *diseccitandolo. Pertanto, le segnalazioni di intervento a cartellino cadente sono tutte con bobina in serie e per assicurare il loro funzionamento è stata introdotta la resistenza* (**60**) *in parallelo alla bobina dell'*86 *per aumentare la corrente assorbita.*

Si può pure rilevare dallo schema e dalla descrizione come alcune protezioni siano inserite soltanto al momento in cui occorre verificare se si compie regolarmente la funzione posta sotto il loro controllo; ciò al fine di non avere scatti intempestivi come, ad esempio, per la mancata circolazione acqua di raffreddamento che ha inizio solo dopo l'apertura della paratoia e deve stabilirsi regolarmente prima che il gruppo sia giunto a giri normali. Considerare a questo proposito l'effetto del relè 80 (**64**) *per l'inserzione delle suddette protezioni.*

Un accorgimento di dettaglio di qualche utilità è dato dalle segnalazioni luminose di relè di blocco « alimentato » ed « agganciato ».

*Il personale che interviene dopo lo scatto ha la immediata indicazione dalla prima se persistono le cause che hanno provocato l'intervento della protezione (per esempio Buchholz trasformatore), e dalla seconda se può direttamente ripristinare il relè per la ripresa del servizio. Oltre allo sblocco dell'*86 *occorre anche naturalmente, riportare a riposo il relè di segnalazione a cartellino che precisa la natura della protezione che ha provocato lo scatto.*

La segnalazione nella casa del guardiano è chiaramente illustrata nella descrizione. E' stata prevista allo scopo di richiamare prontamente l'attenzione del personale e sollecitarne l'intervento per la ripresa del servizio.

*La piccola batteria di accumulatori che alimenta la suoneria rende la segnalazione totalmente indipendente dalla energia esterna; il relè a cartellino è stato previsto soprattutto allo scopo di tacitare la suoneria premendo il relativo pulsante sul relè. Infatti la suoneria resterebbe inutilmente alimentata fino a quando il personale, portatosi in centrale, può procedere allo sblocco dell'*86.

Arresto del gruppo.

Il lettore attento può osservare che in fase di arresto normale il relè 4 *predispone* (**29**) *per il riporto al minimo del limitatore di carico, ma che tale operazione non avviene a causa della mancanza di energia conseguente al comando e all'avvenuto arresto del gruppo.*

Ciò non provoca però alcun disturbo perchè, al successivo comando di avviamento, la presenza di tensione nei circuiti riporta prontamente il limitatore al minimo consentendo al f.c. 65 MLcm *di completare il circuito* (**13**) *del relè* 4 *e dare quindi inizio alla sequenza di avviamento.*

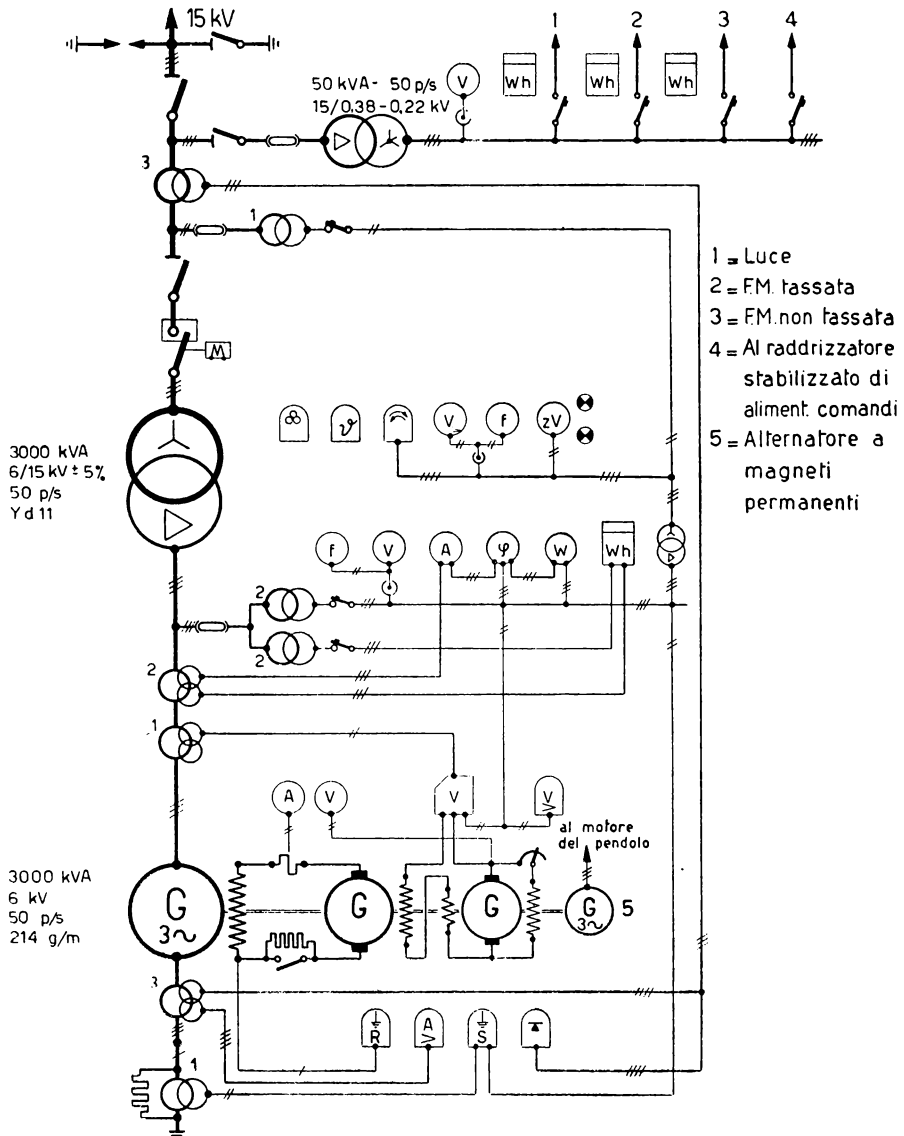
Nota: *Oltre all'impiego di un regolatore automatico di tipo statico e alla eccitazione separata con raddrizzatori al silicio, il tecnico specializzato può trovare nello schema che si stà illustrando particolari in molti casi superati da una tecnica più progredita (per esempio l'impiego di un gruppo così detto « a bulbo »).*

Si voglia tenere presente a questo proposito la natura e le finalità del volume.

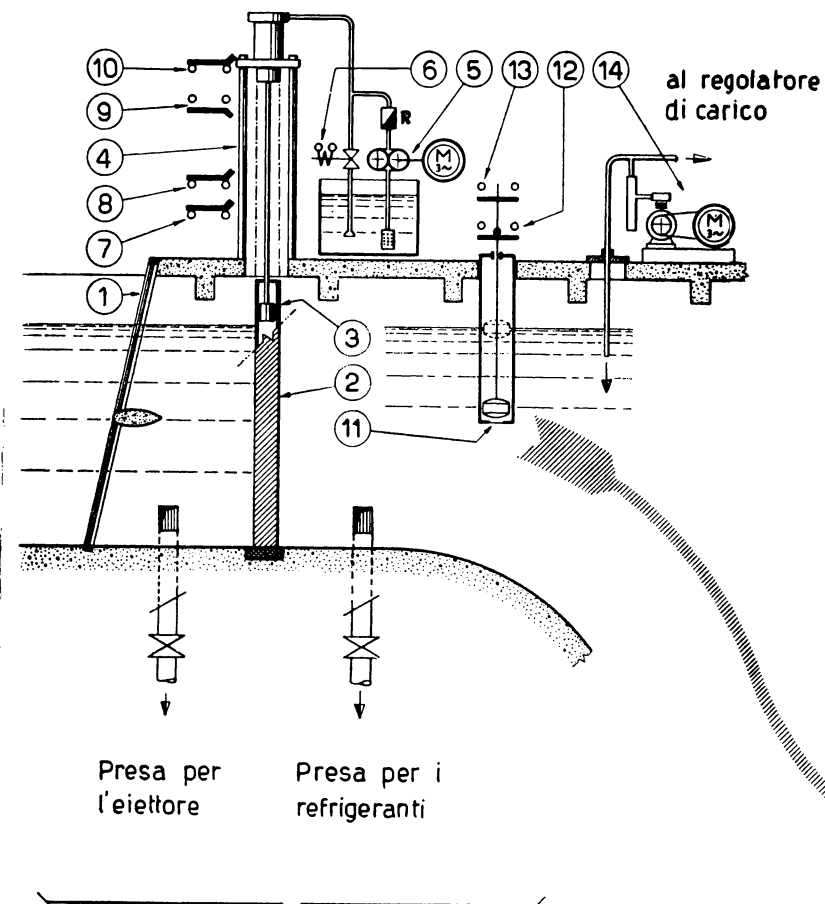
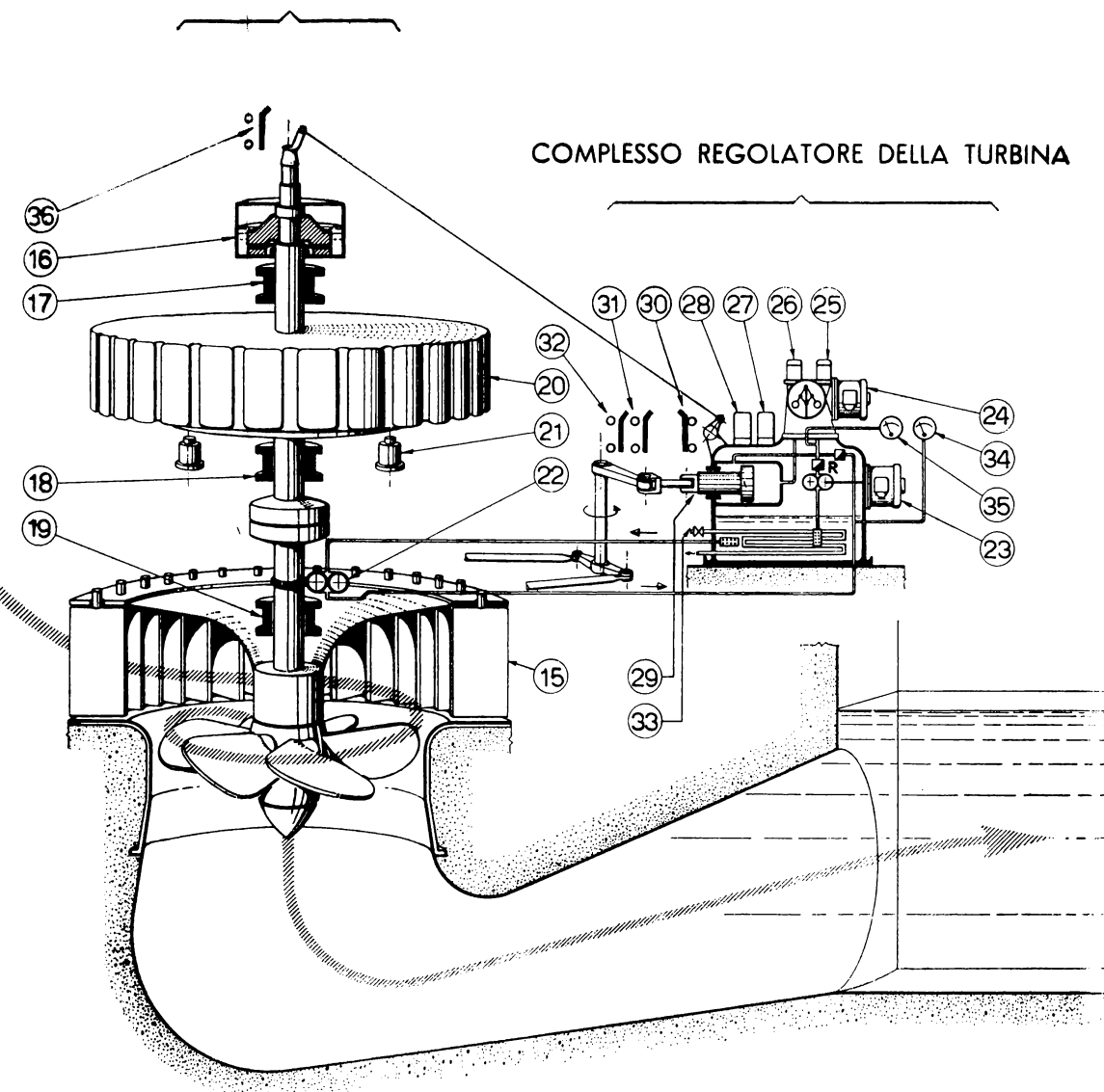
RIFERIMENTO AI CODICI

1	— *relè di tensione per inizio manovre.*
4	— *relè di comando.*
6-88 QR	— *teleruttore del motore della elettropompa olio regolatore.*
6-88 QP	— *teleruttore del motore della elettropompa olio paratoia*
6-88 QL	— *teleruttore del motore dell'elettrocompressore d'aria per la regolazione automatica del carico.*
8	— *interruttore dei circuiti di comando.*
12	— *dispositivo centrifugo di sovravelocità accidentale.*
20 W	— *paratoia.*
20 WA	— *elettrovalvola di apertura della paratoia 20 W.*
20 Wcc	— *f.c. della* 20W; *chiuso a paratoia chiusa.*
20 W a b.p.	— *f.c. della* 20W; *apre all'apertura parziale della paratoia.*
20 Waa	— *f.c. della* 20W; *apre a paratoia completamente aperta.*
20 Wca	— *f.c. della* 20W; *chiuso a paratoia completamente aperta.*
25	— *apparecchio di parallelo automatico.*
25 X	— *relè ausiliario dell'apparecchio* 25.
25 C	— *relè dell'apparecchio* 25 *per chiusura interruttore* 52.
30-1 ÷ 13	— *relè di segnalazione a cartellino cadente.*
33 X	— *relè ausiliario del distributore della turbina.*
33 a 2/10	— *f.c. del distributore della turbina; apre all'apertura* 2/10 *del distributore.*
33 a 2,5/10	— *f.c. del distributore della turbina; apre all'apertura* 2,5/10 *del distributore.*
33 pale	— *f.c. di posizione pale ruota; apre a totale apertura delle pale.*
33 fr	— *f.c. di posizione dei freni; apre con freni a riposo.*
37	— *relè di potenza nulla.*
38 L	— *termometro a contatto dell'aria di ventilazione dell'alternatore.*
38 M	— *termometro a contatto del sopporto michell.*
38 gs	— *termometro a contatto del cuscinetto guida superiore dell'alternatore.*
38 gi	— *termometro a contatto del cuscinetto guida inferiore dell'alternatore.*
38 gt	— *termometro a contatto del cuscinetto guida della turbina.*
38 tr	— *termometro a contatto dell'olio trasformatore.*
41	— *interruttore di eccitazione.*
41 BC	— *bobina di chiusura dell'interruttore* 41.
41 BA	— *bobina di apertura dell'interruttore* 41.
41 X	— *relè ausiliario dell'interruttore* 41.
41 Y	— *relè di controrichiusura dell'interruttore* 41.
43 LD	— *commutatore di predisposizione del servizio locale e distanza.*
43 R	— *commutatore di predisposizione a mano e automatico della regolazione della tensione.*
43 P	— *commutatore di predisposizione a mano e automatico del parallelo.*
48	— *relè di massimo tempo di avviamento.*
51	— *relè di protezione di massima corrente.*

52 — *interruttore di linea.*
52 BC — *bobina di chiusura dell'interruttore* 52.
52 BA — *bobina di apertura dell'interruttore* 52.
52 a molla car. — *f.c. di comando del motorino* M 52 *di ricarica della molla; apre a molla carica.*
63 QR — *pressostato olio regolatore lato pompa elettrica.*
63 QRM — *pressostato olio regolatore lato pompa meccanica.*
64 st — *relè di protezione per contatti a massa di statore.*
64 rot — *relè di protezione per contatti a massa di rotore.*
65 A — *elettrovalvola di apertura distributore; mette in pressione i circuiti oleodinamici del regolatore.*
65 Avv — *elettrovalvola di apertura delle pale della ruota turbina.*
65 AX — *relè ausiliario delle elettrovalvole* 65 A *e* 65 Avv.
65 ML — *motorino del limitatore di carico.*
65 MLAX — *relè ausiliario « aumenta » del* 65 ML.
65 MLDX — *relè ausiliario « diminuisce » del* 65 ML.
65 MLaa — *f.c. del limitatore di carico; apre a f.c. aumenta.*
65 MLad — *f.c. del limitatore di carico; apre a f.c. diminuisce.*
65 MV — *motorino del variagiri.*
65 MVAX — *relè ausiliario « aumenta » del* 65 MV.
65 MVDX — *relè ausiliario « diminuisce » del* 65 MV.
65 MVaa — *f.c. del variagiri; apre a f.c. aumenta.*
65 MVad — *f.c. del variagiri; apre a f.c. diminuisce.*
80 — *relè di tensione della eccitatrice ausiliaria.*
86 — *relè di blocco con aggancio meccanico.*
87 — *relè di protezione differenziale.*
90 — *regolatore di tensione.*
96 L — *indicatore circolazione acqua refrigeranti aria alternatore.*
96 M — *indicatore circolazione acqua refrigerante sopporto michell.*
96 gs — *indicatore circolazione acqua refrigerante cuscinetto guida superiore alternatore.*
96 gi — *indicatore circolazione acqua refrigerante cuscinetto guida inferiore alternatore.*
96 R — *indicatore circolazione acqua refrigerante olio regolatore.*
97 — *relè di protezione Buchholz.*
99 W — *galleggiante livelli vasca carico.*
99 Wm — *contatto di minimo livello del galleggiante* 99 W.
99 WA — *contatto di riempimento condotta del galleggiante* 99 W.
99 QM — *livello anormale dell'olio nel sopporto michell.*
M 52 — *motorino di ricarica della molla di chiusura del* 52.
M 88 QP — *motore della pompa olio della paratoia.*
M 88 QR — *motore della pompa olio regolatore.*
M 88 L — *motore del compressore aria regolatore di carico.*
M VAD — *manipolatore comando a mano variagiri.*
M LAD — *manipolatore comando a mano limitatore di carico.*
P 52 C — *pulsante di chiusura interruttore* 52.
P 52 A — *pulsante di apertura interruttore* 52.
K C — *raddrizzatore stabilizzato per i circuiti di comando.*
K 41 — *raddrizzatore per alimentazione* 41 BC.

SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE
15 kV
1
2
3
4
50 kVA - 50 p/s
15/0,38 - 0,22 kV
V
Wh
Wh
Wh
3
1
1 = Luce
2 = F.M. tassata
3 = F.M. non tassata
4 = Al raddrizzatore stabilizzato di aliment. comandi
5 = Alternatore a magneti permanenti
M
3000 kVA
6/15 kV ± 5%
50 p/s
Yd 11
V
f
zV
f
V
A
φ
W
Wh
2
2
2
1
A
V
V
V
al motore del pendolo
3000 kVA
6 kV
50 p/s
214 g/m
G
3~
G
G
G
3~
5
3
R
A
S
1

SCHEMA IDRAULICO GENERALE

RIFERIMENTI

R – Valvole di ritegno
1 – Griglia
2 – Paratoia 20 W
3 – Servomotore di sollevamento
4 – Telaio di sostegno della paratoia
5 – Elettropompa olio paratoia 88 QP
6 – Elettrovalvola apertura paratoia 20 WA
7 – Contatto fine corsa 20 Wcc
8 – Contatto fine corsa 20 Wa b.p.
9 – Contatto fine corsa 20 Wca
10 – Contatto fine corsa 20 Waa
11 – Galleggiante comando contatti 12 e 13
12 – Contatto di livello minimo 99 Wm
13 – Contatto di livello normale 99 WA
14 – Elettrocompressore del regolatore di carico 88 L
15 – Distributore della turbina
16 – Supporto michell
17 – Cuscinetto di guida superiore delll'alternatore
18 – Cuscinetto di guida inferiore dell'alternatore
19 – Cuscinetto di guida della turbina
20 – Rotore dell'alternatore
21 – Martinetti idraulici del freno
22 – Pompa meccanica dell'olio regolatore 88 QRM
23 – Elettropompa olio regolatore 88 QR
24 – Motore del pendolo del regolatore
25 – Motorino del variagiri 65 MV
26 – Motorino del limitatore di carico 65 ML
27 – Elettrovalvola apertura distributore 65 A
28 – Elettrovalvola apertura pale ruota 65 Avv
29 – Servomotore comando distributore
30 – Fine corsa distributore 33 cc
31 – Fine corsa distributore 33 c 2/10
32 – Fine corsa distributore 33 c 2,5/10
33 – Refrigerante olio regolatore
34 – Pressostato olio lato pompa meccanica 63 QM
35 – Pressostato olio regolatore 63 Q
36 – Fine corsa posizione pale della ruota 33 pale.

SCHEMA FUNZIONALE DEI CIRCUITI DELLA CENTRALE IDROELETTRICA

- Il significato delle sigle è precisato a pag. 109 « Riferimento ai codici ».
- La piegatura dello schema è stata eseguita come indicato nella fig. 23 a pag. 46.

ECCITAZIONE E DISECCITAZIONE ALTERNATORE
REOSTATI DELLA REGOLAZIONE A MANO
REGOLATORE AUTOMATICO DI TENSIONE
41 - INTERRUTTORE DI CAMPO CON DISPOSITIVO DISECCITATORE
dal TA della compensazione
dal TV di misura

ALIMENTAZIONE COMANDI
RADDRIZZATORE DELLA TENSIONE STABILIZZATO
SEGNALAZ. DI CONTATTI A MASSA
+ 125 V ∼

AVVIAMENTO E ARRESTO
RELE' DI TENSIONE IN LINEA
RELE' DI COMANDO
SEGNALAZIONE DI GRUPPO
fermo | in avviam. | in marcia
RELE' DI ECCESSIVO TEMPO DI AVVIAM.

COMANDO PARATOIA E POMPA OLIO REGOL.
PARATOIA IMBOCCO CONDOTTA
elettrov. di apertura | teleruttore motore elettropompa
TELERUTTORE POMPA OLIO REGOLATORE
MOTORI ELETTROPOMPE
paratoia | regolatore

COMANDO DISTRIBUTORE TURBINA
ELETTROVALVOLE TURBINA
relè ausiliario | elettrov. apert. turbina | elettrov. apert. pale ruota
DISTRIBUTORE
relè ausiliario

LIMITATORE DI CARICO
relè ausiliari: aum. | dimin.
comandi motore: a mano | automat.
motore: aum. | dimin.

INTERRUTTORE DI ECCITAZIONE
relè di tensione eccitatrice ausiliaria
comando chiusura: relè ausil. | relè di controrichiusura
comando apertura
alimentazione bobina di chiusura

VARIAGIRI
comandi motore: a mano | aut.
relè ausiliari: aum. | dimin.
motore: aum. | dimin.

RELE' INSERZIONE APPAR. DI PARALLELO AUTOMATICO

INTERRUTTORE DI LINEA
comando chiusura: bobina di chiusura | relè di controrich.
comando apertura
alimentazione motore di ricarica della molla di chiusura
segnalazione: aperto | chiuso

PARALLELO
alimentazione dei circuiti
strumenti per parallelo a mano
apparecchio per parallelo automatico
Comando variagiri
Comando interruttore di linea 52

COMPRESSORE DEL REGOLATORE AUTOMATICO DI CARICO
comando | motore

RELE' DI ARRESTO
persistente erogazione nulla di energia

RELE' DI BLOCCO

PROTEZIONI CON BLOCCO
massima tensione
massima corrente
differenziale
massa statorica
massa rotorica
massimo tempo avviamento
frenatura accidentale
sovravelocità accidentale
livello anormale olio michell
minimo livello vasca di carico
chiusura accid. paratoia
min. press. olio lato pompa meccanica
mancata circolazione acqua: refrigeranti aria | sopporto michell | sopporto guida superiore | sopporto guida inferiore | refrigeranti olio regolatore
massima temperatura: aria alternatore | sopporto michell | cuscinetto guida superiore | cuscinetto guida inferiore | cuscinetto guida turbina
Buchholz trasformatore
mass. temperatura olio trasformatore

SEGNALAZIONE DI BLOCCO
sul quadro relè 86: alimentato | agganciato
nella casa del guardiano allarme: ottico | acustico

INDICE

G. DEL MONACO - SCHEMI FUNZIONALI